ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Mangin* pour occuper, dans la Section de Botanique, la place vacante par suite de l'élection de M. *Ph. van Tieghem* aux fonctions de Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Mangin** prend place parmi ses Confrères.

AGRONOMIE. — *Sur la diffusion des engrais salins dans la terre.* Note (1) de MM. **A. Muntz** et **H. Gaudechon.**

On admet généralement que les matières salines qu'on emploie pour la fumure des terres, telles que le nitrate de soude, le sulfate d'ammoniaque, le chlorure et le sulfate de potassium, pour ne citer que les plus usités, se diffusent rapidement dans la terre, à la suite de la dissolution qu'elles subissent au contact de l'eau du sol.

Même pendant les périodes de grande sécheresse, la terre contient toujours plusieurs centaines, même plusieurs milliers de fois, la quantité d'eau nécessaire à la dissolution des 200^{kg} à 300^{kg} d'engrais salin qu'on donne habituellement par hectare.

---

(1) Présentée dans la séance du 25 janvier 1909.

Mais la terre n'est pas un milieu continu et l'eau qu'elle renferme ne peut pas être comparée à une nappe homogène. Elle est en réalité constituée par un assemblage de particules plus ou moins fixes, autour desquelles l'eau s'étale en une couche mince et qui sont séparées par des espaces où l'air circule. On comprend dès lors que les faits qui règlent la dissolution et la diffusion ultérieure des sels au sein de la terre ne soient pas aussi simples qu'ils apparaissent au premier abord. Et cela est d'autant plus concevable que ces sels ne sont pas répandus en poudre fine, mais en cristaux plus ou moins gros, ou en fragments agglomérés. L'épandage n'est pas non plus uniforme, et certaines parties de la surface du sol reçoivent des quantités relativement massives de sel, alors que d'autres en sont dépourvues.

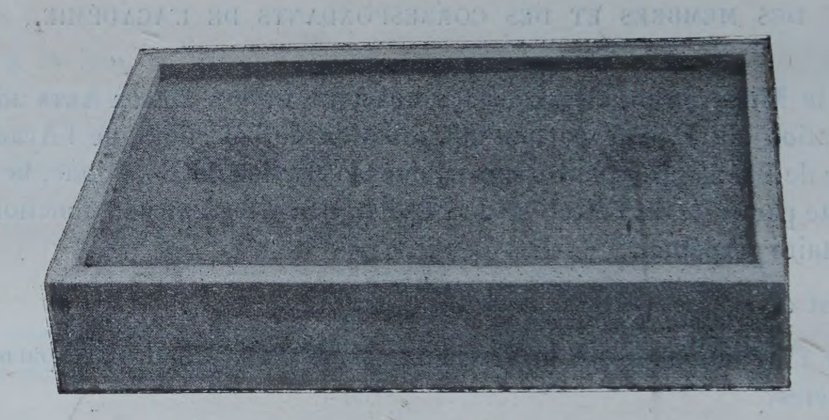


Fig. 1. — Après 2 jours.

Nous avons voulu nous rendre compte de la manière dont se comporte la matière saline quand on la jette à la surface du sol ou qu'on l'incorpore à ce dernier.

Nous avons d'abord enfoui, de place en place, à une faible profondeur, dans une terre sèche à l'air, contenant 7 à 8 pour 100 d'eau et ayant la couleur relativement claire qui dénote le caractère de la siccité relative, des cristaux de nitrate de soude, de chlorure de potassium. Au bout de 1 à 2 jours, nous avons vu apparaître, à l'endroit où le sel a été déposé, des taches humides qui foncent la couleur de la terre et qui s'agrandissent graduellement, de jour en jour, pendant des semaines et même des mois, comme le ferait une tache d'huile sur le papier. La surface du sol est comme tigrée. Si l'on examine séparément la terre prise dans le noyau humide formé à l'endroit où le sel a été déposé, et la terre prise dans les intervalles

entre ces noyaux humides, on constate qu'aucune trace du sel ne s'est diffusée dans ces intervalles, mais que ceux-ci se sont desséchés au profit du noyau salin. L'eau qu'ils contenaient a cheminé à l'état de vapeur entre les

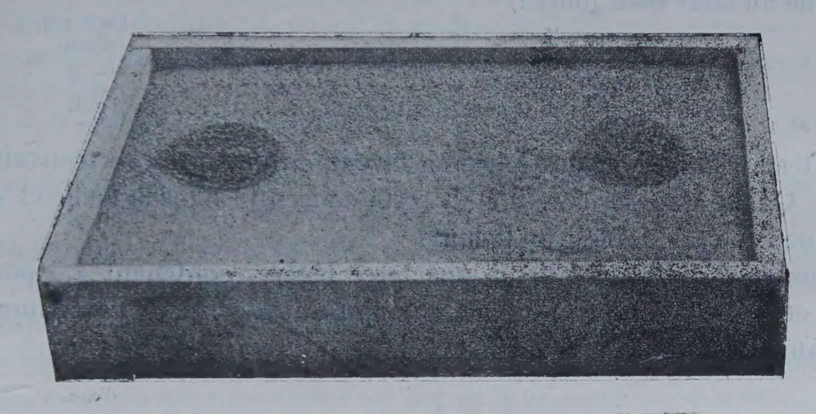


Fig. 2. — Après 14 jours.

interstices des particules terreuses et s'est concentrée dans la partie où la solution saline, de tension de vapeur moins grande, s'est localisée. Il en résulte, dans une terre primitivement homogène, une division en deux par-

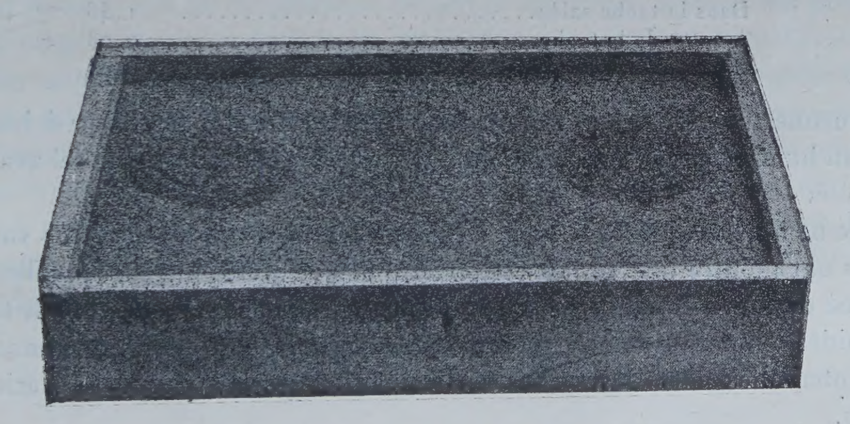


Fig. 3. — Après 48 jours.

ties distinctes : 1° la partie où le sel a été déposé, où il s'est dissous et où il est resté concentré dans un rayon peu étendu, qui a absorbé l'humidité des parties voisines; 2° les intervalles où aucune trace du sel n'est parvenue et qui se sont desséchés au profit de la zone salée.

Nous avons reproduit par la photographie ce phénomène frappant et nous donnons un spécimen des effets observés (*fig.* 1, 2, 3).

Dans d'autres expériences, une terre siliceuse légère, à 3, 2 pour 100 d'eau, a donné au bout de 8 jours :

	Pour 100 d'eau.
Dans les taches salées	7,3
Dans les intervalles entre les taches	2,6

La terre s'était donc desséchée en faveur du noyau où se trouvait placé le sel. Quant à ce dernier, il était resté concentré dans la tache et aucune trace ne s'en était diffusée au dehors.

Dans un autre essai fait sur une terre légère, contenant 4,3 pour 100 d'eau et sur laquelle on a placé en un point du chlorure de potassium, on a constaté au bout de 10 jours :

	Pour 100 d'eau.
Dans les taches salées	8,7
Dans les intervalles entre les taches	3,1

Quant au chlorure de potassium, voici comment il se trouvait réparti au bout du même temps :

	Pour 100 de terre.
Dans la tache salée	1,48
A 20^{mm} de la tache	0,03
Dans la terre primitive témoin	0,03

Aucune trace de sel ne s'était donc diffusée dans la terre, en dehors du noyau humide qui s'était formé autour du point où le cristal de sel avait été déposé.

De nombreuses observations, faites sur des terres de nature très variées, nous ont montré que ce fait est général et que toute terre à laquelle on a donné des engrais salins est comme tigrée, c'est-à-dire se couvre de taches humides, ou plutôt de noyaux humides, dans lesquels le sel reste concentré, les intervalles entre les taches se trouvant desséchés par la migration de l'eau.

Ces observations donnent l'explication d'un fait souvent constaté dans la pratique agricole, celui de la mauvaise levée des graines quand on répand des engrais salins à l'époque des semailles. Voici ce qui se produit alors : les graines qui tombent dans les parties humides, où le sel reste concentré, se trouvent en présence d'une solution fortement salée, qui fait périr la jeune plante dès la germination; celles qui tombent dans les intervalles entre les

taches sont en présence d'une terre qui s'est desséchée par la migration de l'eau, et dès lors la germination n'a pas lieu.

Nous avons pu constater avec quelle netteté cet effet se produit : dans une terre de jardin contenant 9,8 pour 100 d'eau, nous avons placé de distance en distance des fragments, d'environ 2g chacun, de nitrate de soude et de chlorure de potassium, une autre partie de la terre restant comme témoin. Puis on a semé symétriquement des grains de blé et d'avoine.

Au bout de 3 semaines, on a examiné la végétation sur des surfaces identiques de terrain.

Dans la parcelle témoin, sans sels, 34 grains de blé et d'avoine, sur 36 semés, étaient levés et en bonne végétation. Dans les parcelles ayant reçu le nitrate de soude et le chlorure de potassium, aucun grain, sur les 36 semés dans chaque parcelle, n'avait germé.

Cette expérience est donc bien démonstrative.

Toutes les observations qui précèdent se rapportent à des terres prises pendant les périodes de sécheresse, c'est-à-dire alors que la terre n'est pas ce qu'on appelle *fraîche,* laissant une impression d'humidité dans la main. Mais lorsqu'il y a eu des pluies récentes, que la terre est franchement humide, qu'advient-il au point de vue de la répartition du sel qui lui est donné?

Il semblerait que dans les sols qui ont reçu la pluie et qui se sont ensuite ressuyés sans se dessécher, la diffusion des engrais salins dût être rapide. Ici, nous nous trouvons en présence de terres contenant assez d'eau pour posséder cette couleur foncée qui caractérise la terre mouillée. Aussi l'apparition des taches ne se manifeste-t-elle plus; nous devons donc procéder au dosage du sel dans les diverses parties de la terre, pour observer la manière dont se produit la diffusion; une terre de jardin, légère, contenant 15,6 pour 100 d'eau, a reçu en un point déterminé 2g de nitrate de soude, qu'on a enfoui à 1cm de profondeur; une autre portion de le même terre a reçu de la même manière du chlorure de potassium. Au bout de 6 jours on a prélevé des lots de terre; on a trouvé :

	Pour 100 de terre.	
	Nitrate de soude.	Chlorure de potassium.
Points ayant reçu les sels	2,34	4,44
A 25mm de ces points	0,04	0,03
A 50mm de ces points	0,04	0,03
Terre témoin	0,04	0,03

Aucune diffusion du sel, dans le sens horizontal, à 25mm du point où le sel avait été placé, ne s'était donc produite au bout de 6 jours.

Y a t-il cheminement dans le sens vertical? On pouvait penser que la solution formée au contact du sel et de la terre humide se déplacerait de haut en bas, en raison de sa densité plus grande que celle de l'eau du sol. Pour s'en assurer, on a prélevé, également au bout de 6 jours, de la terre à 25^{mm} au-dessous du point où les sels avaient été placés. On n'a constaté aucun cheminement de la solution salée vers les couches inférieures.

Cependant, dans les sols mouillés, si nous prolongeons la durée, nous constatons une certaine diffusion jusqu'à une petite distance de l'endroit où les sels ont été placés. Ainsi, dans une terre meuble, contenant 16,1 pour 100 d'eau, nous avons pu constater qu'au bout d'un mois une petite quantité de sel avait apparu à 20^{mm} du point où il avait été enfoui; mais, à 40^{mm}, il n'y en avait aucune trace. Si dans une terre d'un degré de siccité relatif on ne constate aucune diffusion du sel, même au bout de plusieurs mois, dans les terres franchement humides, il y en a donc une, faible il est vrai, mais pourtant manifeste.

Dans les terres tout à fait imprégnées d'eau, surtout si elles sont fortement tassées, cette diffusion s'accentue quelque peu; on se trouve alors en présence d'un milieu n'offrant plus autant de discontinuité dans la masse d'eau imbibant la terre.

On eût pu croire que les pluies tombant sur un sol ayant reçu des engrais solubles dussent répartir ceux-ci rapidement. Pour nous en assurer, nous avons exposé à la pluie diverses terres ayant reçu, sur une ligne médiane, de l'engrais salin. Ces terres étaient placées dans des caisses permettant de prélever horizontalement, par une des faces verticales, à l'aide d'une sonde, des lots en des points déterminés de la masse terreuse. Nous avons ainsi constaté par l'analyse que l'effet de l'eau de pluie se borne à opérer un déplacement, de haut en bas, de la solution salée, sans diffusion latérale sensible. Ce n'est que lorsque les pluies sont très prolongées qu'on peut constater un léger développement en éventail, indiquant un lent cheminement du sel de proche en proche.

En résumé, nous devons regarder la terre comme un milieu discontinu, dans lequel la diffusion des matériaux, même les plus solubles, ne se fait qu'avec une extrême lenteur [1], où peuvent coexister, pendant un long temps, des zones de composition différente, que les façons culturales finissent par unifier.

---

[1] A rapprocher d'observations faites à Rothamsted, par le Dr A.-D. Hall [*Theories of manure and fertilizer action* (*Science*, 6 novembre 1908)].

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur une fructification de Lycopodinée trouvée dans le Trias.* Note [1] de M. P. FLICHE, communiquée par M. Zeiller.

Les collections du Laboratoire de Géologie de la Sorbonne renferment, en empreinte et en contre-empreinte, un fossile végétal que M. Haug a bien voulu me confier pour en faire l'étude. Il a été trouvé dans le Grès bigarré, aux environs d'Épinal; bien qu'il soit en mauvais état de conservation, il est facile de voir qu'il s'agit d'un organe reproducteur constitué par un axe allongé, cylindrique, complètement dépourvu de feuilles, s'épaississant à son sommet en un réceptacle arrondi portant un capitule de bractées ou feuilles fertiles; mais en dehors de la dimension en longueur de celles-ci, de la forme globuleuse du capitule qu'elles forment, il est impossible de se rendre compte de la forme de ces feuilles ou bractées, sinon qu'elles paraissent avoir été allongées et étroites. Il était impossible d'ailleurs de savoir ce qu'elles avaient porté : sporanges ou graines. Malgré l'imperfection de ce fossile, il était facile de voir qu'il s'agissait probablement d'un type générique sensiblement différent de tout ce qui avait été décrit jusqu'ici dans le même terrain, et cela rendait fort désirable la découverte d'un nouvel échantillon permettant de se rendre plus complètement compte de sa structure.

Un heureux hasard en a mis récemment un entre mes mains : M. l'Abbé Mélinette, élève du Laboratoire de Géologie de l'Université de Nancy, l'a trouvé dans les carrières de Merviller-Vacqueville, entre Baccarat et Badonviller (Meurthe-et-Moselle), qui ont déjà fourni des documents singulièrement intéressants pour l'étude de la flore du Grès bigarré; grâce à l'obligeante intervention de M. Nicklès, l'auteur de la trouvaille a bien voulu me confier, pour l'étudier, ce nouvel échantillon, qui complète de la façon la plus heureuse les renseignements fournis par celui de la Sorbonne.

En combinant les renseignements fournis par ces deux échantillons, on voit que l'organe dont il s'agit était constitué par un axe complètement dépourvu de feuilles, d'une longueur dépassant 10^{cm} et de 5^{mm} de diamètre; celui-ci s'épaississait sur une longueur de 1^{cm} à sa partie supérieure et se terminait par une portion très brièvement et très légèrement conique portant les feuilles soit toutes, soit en partie fertiles, le tout formant un capitule d'environ 5^{cm} de largeur et 4^{cm} de hauteur. Ces feuilles, très mal

---

(1) Présentée dans la séance du 18 janvier 1909.

conservées sur l'échantillon de la Sorbonne, le sont beaucoup mieux sur celui de Merviller-Vacqueville; on voit qu'elles étaient allongées, étroites, probablement acuminées vers l'extrémité, peut-être de deux formes, les unes plus étroites, les autres plus larges, costulées; dans tous les cas elles étaient évidemment de consistance un peu ferme, mais herbacée, car elles apparaissent souvent plus ou moins contournées. Enfin, ce qui est particulièrement intéressant, on voit, sur une partie notable de l'échantillon, des corps elliptiques, lorsqu'ils sont le mieux conservés, mesurant 3^{mm} sur leur grand axe et 2^{mm} sur le plus petit, qui paraissent être bien évidemment des macrosporanges : ils se montrent remplis de corps globuleux mesurant environ un quart de millimètre de diamètre; l'ensemble présente un aspect qui n'est pas sans rappeler les macrosporanges des *Isoetes*; souvent aussi ces macrosporanges présentent des vides transversaux d'une épaisseur correspondant au diamètre d'une macrospore, ce que j'ai constaté aussi sur des macrosporanges d'*Isoetes*, conservés en herbier. De leur position actuelle on peut conclure, sans hésiter, qu'ils ne sont plus en place, qu'ils se sont détachés de la feuille qui les a portés, mais ils sont en nombre tel sur le fossile, alors qu'on ne les a rencontrés nulle part ailleurs, qu'il semble qu'on peut, avec toute raison, les lui attribuer.

Parmi les fossiles végétaux décrits jusqu'à présent dans le Grès bigarré, seuls les *Echinostachys* de Brongniart ont quelque analogie avec le fossile que je viens de décrire; mais d'après les figures de Schimper et Mougeot, il me semblait que, non seulement il n'y avait pas identité spécifique avec les formes qu'ils avaient distinguées, sous des noms différents, mais qu'on ne pouvait admettre l'identité générique. Grâce à MM. les Professeurs Comte de Solms-Laubach et Holzappfel, directeur de l'Institut géologique de l'Université de Strasbourg, auxquels j'adresse mes bien vifs remercîments, j'ai reçu en communication les échantillons originaux qui font partie des collections de cet établissement. J'ai constaté qu'en effet, par la longueur et la forme de l'axe, par la forme des feuilles fertiles, par la forme des corps reproducteurs, les *Echinostachys* diffèrent trop du fossile que j'étudie ici pour qu'on puisse les ranger dans le même genre; j'ai dû, par suite, créer, pour ce dernier, un nom générique en même temps qu'un nom spécifique; je propose de le nommer *Pœcilitostachys Haugi*, le nom de genre rappelant le terrain dans lequel il a été trouvé, le nom spécifique celui du géologue auquel je dois la connaissance du premier échantillon de cet intéressant fossile. Quelles sont ses affinités? Il est évident qu'il ne faut les chercher ni dans les Fougères, ni dans les Équisétinées; il en a, au contraire, de très

grandes avec les Lycopodinées et même avec ce qu'on observe chez les Sigillaires, mais avec des différences importantes : l'épaississement de la partie supérieure du long pédoncule supportant l'épi, le refoulement final sur lui-même de celui-ci, ce qui amène les bractées à s'insérer sur une espèce de plateau, enfin et surtout les sporanges qui paraissent avoir été susceptibles de se détacher. Mais s'il ne s'agit pas d'une Sigillaire, il me semble certain qu'on est en présence d'une Lycopodinée affine des grandes Lycopodinées primaires, comme on a déjà reconnu dans le Trias quelques types leur appartenant certainement ou qui se rangent auprès d'elles, mais sans qu'on ait jusqu'à présent décrit les organes reproducteurs d'aucun. Il est impossible de se prononcer, même avec doute, en faveur de l'attribution à l'un d'entre eux du fossile qui vient de nous occuper. Il me semble bon cependant de faire observer, sans qu'il y ait lieu d'attacher à cette coïncidence plus d'importance que de raison, que les deux localités où ont été trouvés les échantillons de *Pœcilitostachys* confinent, si elles ne leur sont même identiques, à celles où ont été trouvés les curieux et rares *Lesangeana*, alors que les *Pleuromeia,* auxquels il y aurait lieu de songer pour quelques bonnes raisons, y font totalement défaut.

En terminant, je tiens à ajouter aux remercîments déjà exprimés plus haut ceux que j'adresse à MM. les Professeurs Haug et Nicklès, et à M. l'Abbé Mélinette, qui m'ont fourni les matériaux de cette Note.

M. **Armand Gautier**, en faisant hommage à l'Académie du Volume du *Cinquantenaire de la Société chimique,* s'exprime en ces termes :

Au nom du Conseil de la *Société chimique de France*, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume ayant pour titre : *Cinquantenaire de la Société chimique de France.*

Il contient les comptes rendus des fêtes, réceptions et conférences données en 1907 à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa fondation par la Société; les adresses de félicitations qui lui ont été envoyées d'un grand nombre de corps savants de l'Europe, de l'Amérique et de l'Asie; enfin un travail fait à la demande du Conseil de la Société ayant pour titre : *Les cinquante premières années de la Société chimique de France,* travail où j'ai essayé de montrer le rôle éminent joué en Chimie par les principaux membres de notre Société chimique et, en particulier, par ses illustres présidents successifs : MM. J.-B. Dumas, Pasteur, Balard, H. Sainte-Claire Deville, Wurtz, Friedel, Schutzenberger, Lamy, Moissan, Grimaux,

Scheurer-Kestner, etc., pour ne citer que ceux qui ne sont plus. Les portraits de ces Présidents et des Secrétaires généraux sont reproduits en 40 belles héliogravures dans cet Ouvrage. On y trouvera résumé l'historique des progrès dus aux savants français les plus éminents dans le vaste domaine de la Chimie : minérale, organique, biologique et générale.

Ce Livre est comme le témoignage des efforts des chimistes de notre nation pour la conquête de la Vérité, au cours de la période du demi-siècle qui vient de s'écouler.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de trois Membres appelés à faire partie, au titre de la Division des Sciences physiques, de la Commission du Fonds Bonaparte.

MM. **Ph. van Tieghem**, **Haller**, **Delage** réunissent le plus grand nombre de suffrages.

Les deux membres qui obtiennent ensuite le plus de voix sont MM. *A. Lacroix* et *H. Douvillé*.

PLIS CACHETÉS.

M. **Delauney** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 9 novembre 1908 et inscrit sous le n° 7405.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Le poids mort des poids atomiques*.

(Renvoi à l'examen de M. Le Chatelier.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome I (1re série) des *Trabalhos da Academia de Sciencias* de Portugal.

2° Le Tome I du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*. (Présenté par M. Laveran.)

3° Un Mémoire de M. L. Laurent intitulé : *Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac* (Cantal), avec une *Introduction géologique*, par Pierre Marty. (Présenté par M. Zeiller.)

4° *Mouvements et déformations de la croûte terrestre*, par M. Ch. Lallemand.

ASTRONOMIE. — *Résultats des mesures micrométriques faites à l'Observatoire de Lyon lors de l'éclipse de Soleil du 28 juin* 1908. Note [1] de M. **J. Merlin**.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une portion des résultats de la discussion des mesures micrométriques faites à l'Observatoire de Lyon lors de l'éclipse du 28 juin 1908.

MM. Guillaume et Merlin se servaient d'équatoriaux de $0^m,16$ d'ouverture; ils observaient par projection avec des grossissements respectifs de 100 et de 50.

M. Luizet observait directement à l'équatorial coudé (ouverture $0^m,32$, diaphragmée à $0^m,15$; grossissement 365).

Les mesures de MM. Guillaume et Merlin ont compris à la fois les angles de position et les cordes; celles de M. Luizet ne s'adressent qu'aux angles de position.

Je ne m'occuperai actuellement que des angles de position.

En supposant nulle la correction à apporter à la parallaxe lunaire, chacune des trois séries effectuées m'a donné les résultats suivants :

Série Guillaume	$\Delta\alpha = +7'',1 \pm 0'',4$ $\Delta\delta = -2'',4 \pm 1'',2$
Série Luizet	$\Delta\alpha = +7'',5 \pm 0'',3$ $\Delta\delta = -4'',3 \pm 0'',9$
Série Merlin	$\Delta\alpha = +6'',7 \pm 0'',5$ $\Delta\delta = -2'',9 \pm 1'',5$

où $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ représentent les corrections à apporter aux différences d'ascensions droites et aux différences de déclinaisons de la Lune et du Soleil.

---

[1] Présentée dans la séance du 25 janvier 1909.

On conclut de ces trois séries :

$$\Delta\alpha = +7'',2 \pm 0'',3,$$
$$\Delta\delta = -3'',1 \pm 0'',7.$$

L'éclipse du 30 août 1905 avait donné

$$\Delta\alpha = +6'',2 \pm 0'',1,$$
$$\Delta\delta = -3'',4 \pm 0'',2.$$

Ces corrections semblent mériter une confiance justifiée par la valeur de l'erreur probable et par leur accord avec les observations méridiennes.

ASTRONOMIE. — *Sur l'activité comparée des essaims des Léonides et des Géminides le 14 novembre 1907.* Note de MM. **Maurice Farman** et **Em. Touchet**, présentée par M. Deslandres.

L'Observatoire de Chevreuse a continué, en 1907 et en 1908, l'observation systématique des étoiles filantes, en particulier de l'essaim des Léonides; grâce à l'obligeance de M. Lebeuf, directeur de l'Observatoire de Besançon, des observations simultanées ont pu être entreprises entre les deux Observatoires dont la distance est de 335^{km} environ.

En 1908, les conditions météorologiques défectueuses ont entravé tout travail en commun, le ciel étant toujours resté dans l'une ou l'autre des stations. Un beau temps ne s'est pas produit une seule fois dans les deux stations.

Nous nous décidons donc à publier à présent les résultats obtenus à l'aide des observations faites par nous à l'Observatoire de Chevreuse, dans la nuit du 13 au 14 novembre 1907, nuit qui fut particulièrement claire à Chevreuse. Nous avions espéré pouvoir les compléter et vérifier en 1908.

Nous avons observé, en cette nuit, 25 étoiles filantes.

Les trajectoires ont été prolongées en utilisant le graphique spécial établi par M. H. Chrétien ([1]). Cette opération a permis de reconnaître, beaucoup mieux que par l'examen direct des trajectoires, les météores appartenant à un même radiant. Elle a révélé l'existence de trois radiants très caracté-

([1]) H. Chrétien, *Le tracé graphique des trajectoires des étoiles filantes et la détermination des radiants* (*Bulletin de la Société astronomique de France*, 1900, p. 376).

risés : 1° celui des Léonides ; 2° un dans le Lézard ; 3° un dans les Gémeaux. En raison de la proximité des radiants du Lion et des Gémeaux, certains météores sont susceptibles d'appartenir à l'un ou l'autre de ceux-ci. Cependant, leurs trajectoires se rencontrant assez loin du radiant des Léonides, il nous a paru plus probable de les considérer comme émanant du radiant des Gémeaux.

Plusieurs météores, classés comme sporadiques, se coupent dans Persée et le Taureau. Certains d'entre eux peuvent appartenir aux radiants secondaires, actifs à l'époque de la grande chute des Léonides, du 10 au 20 novembre, et mentionnés par M. Denning [1]. Finalement les 25 météores observés se répartissent ainsi :

Radiant.	Nombre.
Lion	4
Lézard	4
Gémeaux	11
Sporadiques	6
Total	25

On est immédiatement frappé de l'activité remarquable présentée par l'essaim des Gémeaux et du petit nombre des Léonides.

Nous avons calculé la position probable des trois radiants ci-dessus à l'aide des formules publiées par M. Karl Bolin dans les *Astronomische Nachrichten* (n° 3997) en suivant l'exemple donné par M. P. Puiseux dans le *Bulletin de la Société astronomique de France* [2]. L'application de la méthode des moindres carrés pour le calcul de la position la plus probable du radiant offre sur la méthode graphique l'avantage de ne laisser d'autre place à l'arbitraire que le choix des météores. La méthode graphique, au contraire, donne lieu à une certaine incertitude lorsque la surface sur laquelle les trajectoires se coupent est étendue, ce qui est généralement le cas.

1° *Léonides.* — Le radiant des Léonides a pour coordonnées, 153°, + 24°. Il diffère peu du radiant moyen des Léonides (149°, + 23°), coïncide exactement à moins de 1° avec un radiant observé le 13 novembre 1895 par M. Nijland, et se confond presque

(1) Voici deux d'entre eux : 48° + 43° ; 50° + 30°. — W.-F. Denning, *Radiant points of the minor showers visible during the chief meteoric epochs of the year* (*Astronomische Nachrichten*, n° 3513).

(2) P. Puiseux, *Sur les étoiles filantes observées à Besançon en août* 1906 (*Bulletin de la Société astronomique de France*, juillet 1907, p. 321).

avec celui déterminé le même jour par M. Booth et ayant pour coordonnées 154°, + 24° [1].

2° *Lacertides.* — Le radiant du Lézard a été trouvé par 333°, + 41°, très voisin du radiant n° CCLV du Catalogue général de Denning, dont la position moyenne est 331°,1, + 41°,9, près de l'étoile 6 Lézard. Ce radiant est surtout actif en juillet et août, il semblerait donc que son activité peut se prolonger jusqu'en novembre.

En raison du petit nombre de météores qui définissent ce radiant et le précédent, il est prudent de n'admettre ces diverses conclusions qu'avec réserve.

3° *Géminides.* — La position calculée pour le radiant des Gémeaux est 115, + 26°, à 2° au-dessous de β Gémeaux.

Le radiant de β Gémeaux (XCIV de Denning) [2] donne lieu, à partir d'octobre, à des météores, le maximum se produisant du 9 au 12 décembre, au moment de la chute des Géminides. Son activité, le 13-14 novembre 1907, a donc été très remarquable, puisque ce radiant a fourni, à lui seul, presque la moitié des étoiles filantes observées au cours de la nuit (44 pour 100).

Dans nos observations antérieures des Léonides, il ne s'était pas encore manifesté d'une façon aussi prépondérante. C'est ainsi que dans les deux nuits des 13-14 et 14-15 novembre 1903, sur 83 météores, nous n'avons observé que 13 Géminides (16 pour 100). Leur radiant moyen, déterminé par M. Chrétien, avait pour coordonnées 110°, + 32° [3].

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches nouvelles sur l'absorption sélective et la diffusion de la lumière dans les espaces interstellaires.* Note de **M. G.-A. Tikhoff**, présentée par M. Deslandres.

Dans ma Note présentée à l'Académie le 16 mars 1908 et, avec plus de détails, dans le n° 21 des *Mitteilungen* de l'Observatoire de Poulkovo, j'ai rappelé quelques faits qui portent à admettre l'existence de l'absorption cosmique sélective. J'y ai attiré aussi l'attention sur ce fait que l'application des filtres sélecteurs permet d'approfondir le problème en question.

Pour aborder ce problème, j'ai photographié les Pléiades à travers 4 filtres, laissant passer respectivement les rayons ultraviolets ($360^{\mu\mu}$-$405^{\mu\mu}$),

---

(1) W.-F. Denning, *General Catalogue of the radiant points of meteoric showers*, p. 225, radiant CXV, n°s 59 et 60).

(2) Le radiant XCIV de Denning comprend 24 points d'émanation répartis sur 10° d'ascension droite et 10° de déclinaison. Le centre moyen de radiation est situé par 118°, + 29°,9.

(3) *Comptes rendus*, 25 avril 1904.

indigo violet ($400^{\mu\mu}$-$470^{\mu\mu}$), jaune vert ($495^{\mu\mu}$-$610^{\mu\mu}$) et orangés ($575^{\mu\mu}$-$670^{\mu\mu}$).

C'est la présence des masses nébuleuses dans les Pléiades et l'uniformité de leur type spectral qui m'ont conduit à commencer par ce groupe. Si cette nébuleuse, ou tout l'espace qui nous sépare des Pléiades, est doué de la propriété d'absorption sélective et si les étoiles faibles du groupe sont en moyenne plus éloignées de nous que les étoiles brillantes, il doit se produire un changement de l'éclat relatif des étoiles brillantes et faibles en passant d'un bout à l'autre du spectre.

C'est à l'Observatoire de Simeïse (en Crimée), où j'ai passé les deux derniers mois de 1908, que j'ai obtenu une première série d'épreuves des Pléiades, en me servant de l'astrographe de cet Observatoire; cet astrographe a deux chambres identiques avec les objectifs *Unar* de Zeiss, de 120^{mm} d'ouverture et de 600^{mm} de foyer. Quatre de ces épreuves, choisies parmi les plus réussies et reproduites sur papier, agrandies quatre fois, sont présentées à l'Académie.

L'éclat des étoiles principales sur ces photographies va en décroissant de l'ultraviolet à l'orangé. Quant aux étoiles faibles, elles présentent des propriétés tout à fait différentes : leur nombre et leur éclat augmentent très sensiblement en passant de l'ultraviolet aux rayons moins réfrangibles, et la différence de leur éclat avec celui des étoiles principales diminue très sensiblement. Ce changement est surtout remarquable en passant de l'ultraviolet à l'indigo violet.

Pour cette cause, l'aspect général de ce groupe change tellement qu'on reconnaît à peine les Pléiades sur l'épreuve orangée.

Un simple examen de ces épreuves suffit pour formuler, sans mesures et sans calculs, la propriété suivante : à part quelques exceptions, la *différence d'éclat des étoiles brillantes et faibles des Pléiades augmente d'une façon inattendue en passant des rayons orangés aux ultraviolets.*

D'autre part, j'ai trouvé le même phénomène, en faisant des mesures et des calculs minutieux des épreuves des Pléiades et de Chevelure de Bérénice, obtenues à Poulkovo au printemps 1908 au moyen de l'astrographe de Bredikhine, tantôt sur des plaques ordinaires sans filtre, tantôt dans les rayons jaune vert (à travers un filtre). Je faisais sur une plaque plusieurs poses dont la durée variait suivant une progression géométrique.

Je recherchais ensuite sur chaque épreuve, obtenue de la sorte, les images des étoiles différentes, par paires, qui sont d'éclat égal, mais correspondent aux poses aussi différentes que possible. Dans ce cas, en désignant l'éclat des deux étoiles (plus brillante et plus faible) par J et i et la durée des poses correspondantes par t et T, on a l'équation connue

(1) $$J t^p = i T^p,$$

d'où l'on trouve

$$p = \frac{\log J - \log i}{\log T - \log t}. \tag{2}$$

Pour les éclats des Pléiades, je me servais des données de MM. Muller et Kempf (¹), et, pour la Chevelure de Bérénice, des données de M. Ceraski (²). Pour les éclats photographiques des Pléiades, après avoir rejeté les étoiles notées comme jaunes, j'ai adopté, comme on le fait ordinairement, aussi les données photométriques. Quant à la constellation de Chevelure, je l'ai étudiée seulement sur les épreuves jaune vert, vu une variété remarquable de couleur des étoiles aux environs du pôle de la Voie lactée.

Supposons maintenant que la différence d'éclat des deux étoiles est plus grande dans les rayons photographiques que dans les rayons jaune vert; alors le dénominateur de l'expression (2) sera plus grand dans le premier cas que dans le deuxième, tandis que, pour le numérateur, nous adoptons la même valeur. En d'autres termes, en nous servant toujours des grandeurs photométriques, nous devons obtenir, dans notre supposition, p plus petit pour les épreuves dans les rayons photographiques que dans les rayons optiques.

C'est ce que j'ai obtenu en réalité : dans les rayons photographiques p varie entre les valeurs 0,67 et 0,79, et, d'autre part, pour les rayons jaune vert entre 0,91 et 0,96.

Ainsi on arrive d'une autre façon à ce résultat que la différence d'éclat des étoiles augmente en général avec la diminution de la longueur d'onde.

Or, dans sa Note récente, *On the diminution of light in its passage through interstellar space* (³), M. Turner émet la supposition de la diffusion (scattering) de la lumière par des particules disséminées dans l'espace, et il prévoit que la valeur de p doit augmenter pour les épreuves dans les rayons optiques. Ainsi la prévision de M. Turner s'est complètement vérifiée par nos recherches.

Il faut ajouter que le phénomène de l'égalisation d'éclat des étoiles dans les rayons moins réfrangibles et d'augmentation du contraste dans les rayons ultraviolets se retrouve sur toutes mes photographies prises pendant les trois dernières années dans les parties différentes du ciel. On est donc à même d'admettre l'absorption sélective ou la diffusion de la lumière, ou toutes les deux ensemble, dans toute l'étendue de l'espace céleste, mais il est très pro-

(¹) *Astron. Nachr.*, t. CL.

(²) *Annales de l'Observatoire de Moscou*, 2ᵉ série, t. IV, 1902.

(³) *Monthly Notices of the royal astr. Soc.*, novembre 1908.

bable que ce phénomène change d'intensité dans les différentes parties de l'espace.

Il serait difficile de prévoir dès maintenant toutes les conséquences du phénomène découvert.

Nous devons signaler en premier lieu son application à la détermination en masse des distances des étoiles avec une facilité jusqu'à présent inespérée.

Comme point de départ de la photométrie stellaire, presque exempte de l'influence de l'affaiblissement cosmique, on pourrait prendre des photographies dans les rayons rouges extrêmes. Il s'agit donc, pour la photométrie stellaire, d'employer des astrographes nouveaux dont l'objectif soit plutôt visuel que photographique; et c'est alors seulement qu'on pourra se servir avec sûreté, dans les travaux photographiques, des grandeurs stellaires déterminées oculairement.

Il serait aussi très important de reprendre ces recherches avec des photomètres à filtres comme celui de M. Ch. Nordmann.

Mes recherches sur la question paraîtront prochainement avec plus de détails dans les *Mitteilungen* de l'Observatoire de Poulkovo.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé composées de cyclides de Dupin*. Note de M. **A. Demoulin**.

Dans plusieurs Communications insérées, en 1905, aux *Comptes rendus* (t. CXL, p. 1526; t. CXLI, p. 302, 459, 496 et 1210), nous avons exposé et appliqué une méthode propre à faciliter l'étude des propriétés anallagmatiques des figures. Cette méthode consiste à faire usage d'un système de référence mobile Σ_m formé de cinq sphères S_1, S_2, S_3, S_4 S_5, deux à deux orthogonales. Nous nous proposons d'établir ici qu'elle conduit à la détermination, sans aucune intégration, des familles de Lamé composées de cyclides de Dupin, problème que M. Darboux a traité récemment dans un travail qui doit être inséré au Tome LI des *Mémoires de l'Académie des Sciences*.

Nous rappellerons d'abord, en les complétant, les formules fondamentales relatives à la méthode dont il s'agit.

Rapportons au système Σ_m un point M; ses coordonnées pentasphériques $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ dépendent, comme Σ_m, d'un paramètre t. A l'instant $t + dt$, le point M occupera une position M′ dont les coordonnées, prises par

rapport à Σ_m, auront pour expressions

$$x_1 + V_{x_1}\,dt + \ldots,\quad \ldots,\quad x_5 + V_{x_5}\,dt + \ldots,$$

pourvu qu'on pose

$$(1)\qquad V_{x_i} = \sum_k a_{ik}x_k + \frac{dx_i}{dt}\qquad (a_{ii} = 0,\ a_{ik} + a_{ki} = 0).$$

Les quantités V_{x_i} admettent l'interprétation géométrique suivante : l'équation

$$\sum_i V_{x_i} X_i = 0$$

est celle d'une sphère passant par le point M et orthogonale à la trajectoire de ce point.

Soit, relativement au système Σ_m,

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \alpha, \beta, \ldots) = 0$$

l'équation d'une surface mobile, α, β, ... désignant des fonctions de t. La courbe de contact de cette surface avec son enveloppe appartient à la surface définie par l'équation

$$(2)\qquad \sum_i \frac{\partial f}{\partial x_i}\sum_k a_{ik}x_k = \frac{\partial f}{\partial \alpha}\frac{d\alpha}{dt} + \frac{\partial f}{\partial \beta}\frac{d\beta}{dt} + \ldots.$$

Envisageons à présent une cyclide de Dupin variable. Sa développée se compose de deux coniques Γ et Γ', focales l'une de l'autre. Elle possède quatre points doubles; deux d'entre eux, D_1 et D_2 sont situés sur Γ; les deux autres, D'_1 et D'_2, sont situés sur Γ'. Les droites joignant les points D'_1, D'_2 aux points D_1, D_2 sont isotropes et appartiennent, dès lors, à la sphère S_3 qui passe par les points D_1, D_2, D'_1, D'_2. Soient C_{12} et C_{45} les cercles qui coupent orthogonalement cette sphère respectivement aux points D_1, D_2 et D'_1, D'_2. Menons par le cercle C_{12} deux sphères orthogonales S_1, S_2 et, par le cercle C_{45}, deux sphères orthogonales S_4, S_5. Les cinq sphères S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 sont deux à deux orthogonales. Si l'on prend leur ensemble Σ_m comme système de référence, la cyclide a une équation de la forme

$$x_1^2 + x_2^2 + kx_3^2 = 0.$$

Pour qu'elle engendre une famille de Lamé, il faut et il suffit qu'on ait, comme l'a montré M. Darboux,

$$(3)\qquad a_{14} = a_{15} = a_{24} = a_{25} = 0.$$

L'interprétation géométrique de ces égalités va nous conduire au résultat annoncé. On a, en appliquant les formules (1) aux points D_1 et D_2 dont les coordonnées sont $(0, 0, 0, 1, i)$, $(0, 0, 0, 1, -i)$:

$$V_{x_1} = a_{14} + a_{15}i, \quad V_{x_2} = a_{24} + a_{25}i, \quad V_{x_3} = a_{34} + a_{35}i, \quad V_{x_4} = a_{45}i, \quad V_{x_5} = a_{54};$$
$$V_{x_1} = a_{14} - a_{15}i, \quad V_{x_2} = a_{24} - a_{25}i, \quad V_{x_3} = a_{34} - a_{35}i, \quad V_{x_4} = -a_{45}i, \quad V_{x_5} = a_{54}.$$

Il suit de là et des relations (3) que les trajectoires des points D_1, D_2 sont orthogonales à la sphère S_3 [1]. Réciproquement, lorsque les trajectoires des points D_1, D_2 seront orthogonales à la sphère S_3, les relations (3) auront lieu (et les trajectoires des points D'_1, D'_2 seront, elles aussi, orthogonales à S_3) [2].

De là résulte la solution du problème. On prendra arbitrairement une sphère variable S_3 (qui peut se réduire à un plan) et deux de ses trajectoires orthogonales, lesquelles la couperont aux points D_1, D_2. On construira ensuite le quadrilatère $D_1D'_1D_2D'_2$, dont les côtés sont isotropes et appartiennent à la sphère S_3. Toute cyclide admettant les points D_1, D_2, D'_1, D'_2 comme points doubles engendrera une famille de Lamé. Or M. Darboux (*Leçons sur les coordonnées curvilignes*) a déterminé, sans intégration, la famille de sphères la plus générale et ses trajectoires orthogonales. On a donc, sans intégration, la famille de Lamé la plus générale composée de cyclides de Dupin.

La méthode du trièdre mobile permet aussi de déterminer sans intégration une sphère mobile et deux de ses trajectoires orthogonales. Marquons sur l'axe Ox d'un trièdre $Oxyz$ deux points D_1 et D_2 d'abscisses $+h$ et $-h$. Si les tangentes aux trajectoires de ces points se coupent en un point C de l'axe Oy, la sphère S_3 de centre C, passant par D_1 et D_2, sera évidemment orthogonale aux courbes décrites par les points D_1 et D_2. Désignons, suivant l'usage, par ξ, η, ζ, p, q, r les translations et les rotations du trièdre $Oxyz$. La propriété ci-dessus se traduit par les trois relations

$$(4) \qquad \zeta = 0, \qquad q = 0, \qquad rh\frac{dh}{dt} = \xi\eta.$$

Des deux premières, on déduit que le plan xOy a pour caractéristique la droite Ox. Laissons de côté le cas, qui se traite aisément, où $r = 0$. Si r est $\neq 0$, Ox touche

---

(1) Lorsque la trajectoire d'un des points D_1, D_2 se réduira à un point, celui-ci devra être considéré comme une trajectoire orthogonale de S_3.

(2) L'application de l'équation (2) conduit à une autre interprétation géométrique des relations (3) : la caractéristique de la cyclide de Dupin se compose des côtés du quadrilatère $D_1D'_1D_2D'_2$ et d'une courbe sphérique.

son enveloppe en un point M, mobile ou fixe. Supposons-le d'abord mobile. Par le point M, menons les droites My', Mz' parallèlement à Oy, Oz. Le trièdre $Mxy'z'$ est le trièdre principal de la courbe (M), lieu du point M, laquelle peut être prise arbitrairement. Soit λ l'abscisse du point O. Si s est l'arc de la courbe (M) terminé en M, on a, les accents désignant des dérivées prises par rapport à t,

$$\zeta = s' + \lambda', \qquad \eta = r\lambda,$$

et la troisième équation (4) peut s'écrire

$$hh' = \lambda s' + \lambda\lambda'. \tag{5}$$

Si l'on pose $\lambda s' = \theta'$, θ désignant une fonction arbitraire de t, il viendra, en intégrant,

$$h^2 = 2\theta + \left(\frac{\theta'}{s'}\right)^2.$$

La sphère S_3 et les trajectoires des points D_1, D_2 sont maintenant déterminées sans intégration, car on sait (Darboux, *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1887) déterminer sans intégration les coordonnées et l'arc de la courbe la plus générale.

Lorsque le point M est fixe, ou bien un des points D_1, D_2 coïncide avec M, ou bien ces points sont inverses par rapport à une sphère de centre M. Ici encore la sphère S_3 et les points D_1, D_2 peuvent être définis sans intégration.

Revenons au cas général et supposons que le segment D_1D_2 soit constant. Alors, de la relation (5), il suit qu'on aura soit $s' + \lambda' = 0$, soit $\lambda = 0$. Dans le premier cas, la sphère S_3 se réduira au plan xOz, lequel roulera sans glisser sur une développable arbitraire. Ce résultat a été indiqué par M. Darboux. Dans le second cas, le point O coïncidera avec le point M et le segment $D'_1D'_2$ appartiendra à l'arc de courbure de la courbe (M). Si, de plus, la courbure de cette courbe est constante, le quadrilatère $D_1D'_1D_2D'_2$ sera invariable. Cette propriété est une généralisation de celle que M. Haag a fait connaître dans sa Note du 3 août 1908 (t. CXLVII, p. 296). Dans la même Note, M. Haag indique les résultats qu'il a obtenus dans la recherche des surfaces qui, dans p ($p \geq 3$) mouvements hélicoïdaux linéairement indépendants, engendrent une famille de Lamé. Nous avons complètement résolu ce problème en 1903 (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1541).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes géodésiques, à propos de la récente Note de M. Drach.* Note de M. **Hadamard**.

Les *Comptes rendus* du 18 janvier dernier contiennent le résumé d'un intéressant travail dans lequel M. Drach détermine entre autres les éléments linéaires dont les géodésiques font partie d'un faisceau linéaire à trois paramètres, et ceux dont les géodésiques peuvent être représentées sur un plan par des coniques.

Je me suis occupé d'une question voisine de celles-là, savoir la recherche des cas où l'intégrale générale

$$f(x, y, \alpha, \beta) = 0, \tag{1}$$

de l'équation différentielle des géodésiques, est du second degré en α, β.

De tels cas (différents, comme on voit, de ceux que traite M. Drach) s'en rapprochent cependant en ce que l'équation (1), considérée comme reliant x et y, fait évidemment partie d'un certain faisceau à cinq paramètres.

J'ai été conduit à les envisager par leurs rapports avec ce que j'ai, dans un précédent article inséré au *Bulletin de la Société mathématique de France* (¹) appelé l'*intégrale corrélative*, et dont l'étude a fait depuis l'objet des recherches de M. Koppisch (²). L'intégrale corrélative n'est autre chose que l'équation (1) considérée comme reliant α et β, x et y étant regardés comme des constantes. Si l'on élimine ces constantes, on arrive à une équation

$$\beta'' = \Omega(\alpha, \beta, \beta') \tag{2}$$

qui est dite la *corrélative* de l'équation

$$y'' = \omega(x, y, y'), \tag{2'}$$

obtenue par l'élimination de α, β considérées comme constantes arbitraires.

Les invariants différentiels (et équations invariantes) de chacune des équations (2) et (2′) (tels que les a obtenus M. Tresse) ont leurs corrélatifs dans l'autre; et c'est précisément le plus simple de ces corrélatifs qu'a déterminé M. Koppisch (³).

L'équation corrélative (2) conduirait à un nouveau mode d'étude des géodésiques. Il ressort en effet d'un résultat de M. Darboux (⁴) que, en posant

$$\beta = \frac{d\theta}{d\alpha},$$

la condition nécessaire et suffisante pour que l'équation (2′) soit géodésique

(¹) Tome XXX, 1902, p. 208.

(²) *Thèse*, Greifswald, 1905.

(³) Les invariants en question ne sont autres que ceux de l'équation (1), vis-à-vis du groupe des transformations ponctuelles effectuées (indépendamment) tant sur x, y que sur α, β; et cette remarque conduirait sans doute à une détermination relativement aisée des corrélatifs en question.

(⁴) *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 433.

et que sa corrélative se déduise par différentiation d'une équation

$$\theta = \mathrm{H}\left(\alpha, \frac{d\theta}{d\alpha}, \frac{d^2\theta}{d\alpha^2}\right) = \mathrm{H}(\alpha, \beta, \beta'),$$

telle que la fonction H vérifie l'équation aux dérivées partielles

$$\left(\beta - \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \alpha} - \frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \beta}\beta'\right)\frac{\partial^2 \mathrm{H}}{\partial \beta'^2} + \left(\frac{\partial^2 \mathrm{H}}{\partial \alpha\, \partial \beta'} + \beta' \frac{\partial^2 \mathrm{H}}{\partial \beta\, \partial \beta'} - 2\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \beta}\right)\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial \beta'} = 0.$$

Si maintenant l'intégrale corrélative est du second degré en α, β, les résultats de M. Painlevé, rappelés dans l'article cité du *Bulletin de la Société mathématique*, montrent que l'équation aux dérivées partielles des géodésiques admet deux intégrales fractionnaires du second degré en p, q. Si alors on applique la méthode indiquée par M. Maurice Levy pour la recherche de telles intégrales fractionnaires, en prenant l'élément linéaire sous la forme

$$2\lambda\, dx\, dy, \qquad \lambda = \frac{\partial^2 l}{\partial x\, \partial y},$$

on est conduit à exprimer toutes les fonctions cherchées à l'aide de l, de trois fonctions X_1, X_2, X_3 de x seul et de trois fonctions Y_1, Y_2, Y_3 de y seul, et, en éliminant l, on est conduit à des conditions qui sont toutes de la forme bien connue

$$\sum \mathrm{XY} = 0$$

dont, comme on sait, la discussion est élémentaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales d'une équation différentielle algébrique de premier ordre.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans deux Notes présentées à l'Académie des Sciences les 21 décembre 1908 et 4 janvier 1909, j'ai dit comment l'étude des permutations d'une intégrale multiforme peut être ramenée à l'étude de certains paramètres d'intégration considérés comme fonctions les uns des autres. Soit, par exemple, l'équation

$$(1) \qquad zz' + 3z - 2(x-\alpha)(x-\beta)(x-2) = 0,$$

qui admet quatre points transcendants de Briot et Bouquet, ∞, β, 2, α. Au

voisinage de chaque point transcendant, je définis les propriétés des intégrales en considérant certaines substitutions simples de deux paramètres convenablement choisis, soit C_1, C_2 pour l'infini; C'_1, C'_2 pour β; C''_1, C''_2 pour 2. Puis j'étudie les fonctions $C_1(C'_1)$, $C_1(C''_1)$, ... en les suivant avec continuité durant la variation des coefficients α, β [partis de valeurs pour lesquelles les fonctions $C_1(C'_1)$, ... soient connues].

Proposons-nous, par exemple, d'étudier la fonction $C_1(C'_1)$. Nous ne conserverons, pour commencer, qu'un coefficient arbitraire α, et *nous ferons*

$$\beta = 2\alpha + 1.$$

Dans ces conditions, l'équation (1) admet la solution polynomale

$$P = (x - \beta)(x - 2).$$

Traçons un cercle de grand rayon D, un petit cercle γ' autour de β, un petit cercle γ'' autour de $x = 2$. Les branches d'intégrales voisines de P seront holomorphes en toute région du plan extérieure à γ', γ'' et intérieure à D. Elles seront représentées : sur le contour D, par un développement en x^{-1} et $(C_1 + \eta_1 \log x)x^{-2}$; sur le contour γ', par un développement en $(x - \beta)$ et $C'_1(x - \beta)^{\lambda'_1}$; sur le contour γ'', par un développement en $(x - 2)$ et $C''_2(x - 2)^{\lambda''_1}$.

Nous nous placerons tout d'abord dans le cas qui se trouve être le plus simple : celui où *la partie réelle de* λ'_1 *est positive.* En ce cas, le développement en $(x - \beta)$, $C'_1(x - \beta)^{\lambda'_1}$ converge dans tout γ'; de plus, nous pouvons toujours prendre γ' assez petit pour que ce développement y converge *quelque grand que* soit $|C'_1|$. Pareillement, nous pouvons toujours prendre D assez grand pour que le développement en C_1 converge hors de D, quel que soit $|C_1|$. Traçons alors une droite $\overline{x'}\,\overline{x}$ joignant un point du contour γ' à un point du contour D : l'intégrale qui prend en $\overline{x'}$ une valeur initiale $\overline{z'}$ voisine de $P(\overline{x'})$ prendra en $\overline{x}$ (si nous la suivons le long de $\overline{x'}\,\overline{x}$) une valeur $\overline{z}$ voisine de $P(\overline{x})$; d'ailleurs $\overline{z}$ sera, d'après un théorème bien connu, fonction holomorphe de la valeur initiale $\overline{z'}$; et, puisque $\overline{z'}$, $\overline{z}$ sont respectivement fonctions holomorphes de C'_1 et C_1, la fonction $C_1(C'_1)$ sera définie sans ambiguïté pour les petites valeurs de C'_1 et C_1 [C'_1 et C_1 s'annulent en même temps lorsque $z = P$, c'est-à-dire pour la valeur initiale $\overline{z'} = P(\overline{x'})$]. Pour continuer la fonction $C_1(C'_1)$ dans tout le plan, nous n'aurons qu'à faire varier C'_1 et, par suite, $\overline{z'}$, et à déformer d'une manière continue le

chemin $\overline{x'}\overline{x}$ (en en déplaçant au besoin les extrémités) *de façon que ce chemin ne traverse jamais aucun point critique de la branche d'intégrale suivie :* tant qu'il sera possible de satisfaire à cette condition, $C_1(C'_1)$ ne cessera pas d'être holomorphe. On en conclut que la fonction $C_1(C'_1)$ n'admettra comme singularités que les valeurs exceptionnelles de C'_1 pour lesquelles le chemin $\overline{x'}\overline{x}$ est contraint de traverser un point singulier transcendant de l'équation (1) [il est clair, en effet, que les points singuliers algébriques peuvent toujours être évités ([1])]. J'ajoute que, de quelque manière que varie C'_1, le chemin $\overline{x'}\overline{x}$ *ne traversera jamais l'infini;* c'est là une conséquence des propriétés des caractéristiques de l'équation (1) à l'infini, propriétés que j'ai étudiées ailleurs (*Leçons sur les fonctions définies par les équations différentielles du premier ordre,* Chap. II). La fonction $C_1(C'_1)$ ne pourra donc, en définitive, être singulière que lorsque $\overline{x'}\overline{x}$ traversera l'un des points α, 2, β. Elle aura au moins trois singularités. Se pourrait-il qu'elle n'en eût que trois?

Pour répondre commodément à cette question, il sera avantageux de la présenter sous une nouvelle forme. Nous avons raisonné tout à l'heure sur un chemin $\overline{x'}\overline{x}$ dont les extrémités peuvent varier en fonction (non explicitement donnée) de C'_1 et C_1. Nous éviterons cette complication en faisant un changement de variable. Appelons $\mathfrak{R}$ une intégrale représentée sur γ' par le développement de Briot et Bouquet, où l'on donne à C'_1 une valeur particulière g. Nous savons que, si g était voisin de 0, l'intégrale $\mathfrak{R}$ (suivie sur le rayon $\overline{x'}\overline{x}$) serait représentée sur D par le développement en C_1. Mais il est possible de donner à g une valeur telle que $\mathfrak{R}$ soit représentée sur D par le développement en C_2. Alors, on a dans D

$$3\mathfrak{R} = -3x^2 - (2\alpha + 2\beta + 1)x + \text{fonction continue de } x^{-1},$$

tandis qu'une branche d'intégrale z voisine de P est de la forme

$$3z = 3x^2 - (2\alpha + 2\beta + 7)x + \text{fonction continue de } x^{-1}.$$

([1]) Le raisonnement que j'esquisse ici est imité de celui qu'a employé M. Painlevé pour étudier l'intégrale d'une équation différentielle en fonction de la constante d'intégration. Seulement, M. Painlevé considère un chemin $\overline{x'}\overline{x}$ d'extrémités fixes, en sorte que la fonction qu'il étudie [c'est la fonction $\overline{z}(\overline{z'})$] est nécessairement singulière lorsqu'un point critique algébrique vient à coïncider avec l'extrémité $\overline{x}$. Cette circonstance ne se présente pas pour mon extrémité $\overline{x}$, que je reste libre d'éloigner tant qu'il me plaît vers l'infini; l'éloignement de $\overline{x}$ modifie $\overline{z}$, mais non pas C_1, puisque le développement en x^{-1} et $(C_1 + \eta_1 \log x)x^{-2}$ est défini d'une manière univoque pour x arbitrairement grand.

Posons, dans ces conditions,

$$v = \frac{z - P}{\mathfrak{R} - P};$$

puis considérons, lorsque x décrit le chemin $\overline{x}'\overline{x}$, la branche de v, qui correspond à une branche d'intégrale z : cette branche se rendra du voisinage de $C'_1 g^{-1}$ au voisinage de o; plus précisément, elle décrira un chemin dont les extrémités tendront vers $C'_1 g^{-1}$ et o lorsque $\overline{x}'$ et $\overline{x}$ tendront vers β et ∞; de plus on aura, à l'extrémité $v = 0$,

$$2 \lim x^4 v = C_1.$$

En conséquence, étudier la fonction $C_1(C'_1)$ revient à étudier, suivant la méthode de M. Painlevé, l'intégrale $x(v)$ en fonction de la constante d'intégration le long du chemin

$$(v = C'_1 g^{-1}, \; v = 0)$$

[chemin dont les extrémités sont, il est vrai, des points singuliers de $x(v)$].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application d'un théorème généralisé de Jacobi au problème de S. Lie-Mayer.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

1. Supposons que les fonctions f_k $(k = 1, 2, \ldots, q)$ de $2n$ variables x_i, p_i $(i = 1, 2, \ldots, n)$ forment un système normal, c'est-à-dire que

$$(f_r, f_s) = 0 \qquad (r, s = 1, 2, \ldots, q),$$

et que la suite de $\rho = 2n - q$ fonctions distinctes f_j $(j = 1, 2, \ldots, q, \ldots, \rho)$ représente un système complet de $2n - q$ intégrales du système normal de q équations linéaires de la forme

$$(f_k, f) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, q).$$

Supposant que les équations

$$f_j = \alpha_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, \rho)$$

soient résolubles par rapport à

$$x_{h+1}, \quad x_{h+2}, \quad \ldots, \quad x_{n+h-q}, \quad \ldots, \quad x_n; \quad p_1, \quad \ldots, \quad p_h, \quad \ldots, \quad p_{n+h-q},$$

et en introduisant les notations de ma Note précédente (*Comptes rendus,*

18 janvier 1909), on obtient, par un calcul simple, en ne tenant compte que des identités (7), (8) de cette Note, la relation

$$\sum_{k=1}^{q}\left(p'_k + \sum_{s=q+1}^{n} p'_s \frac{\partial x'_s}{\partial x'_k}\right) dx'_k = d\mathrm{U},$$

U étant une fonction qui se détermine par une simple quadrature.

Appliquant au cas considéré le théorème généralisé de Jacobi, formons ρ fonctions F_j par la méthode indiquée dans ma Note.

Les égalités

$$(f_m, \mathrm{F}_e) = \sum_{j=1}^{\rho} \lambda^j_{m,e}(f_m, f_j) + \varepsilon_{m,e},$$

où

$$\varepsilon_{m,e} = 0 \quad \text{si} \quad m \gtrless l; \qquad \varepsilon_{m,e} = 1 \quad \text{si} \quad m = l,$$

auxquelles satisfont toujours les fonctions F_e (voir ma Note précédente), se réduisent dans le cas considéré, pour les valeurs de $m = 1, 2, \ldots, q$, aux suivantes :

$$(f_m, \mathrm{F}_e) = \varepsilon_{m,e} \qquad (m = 1, 2, \ldots, q).$$

On en conclut immédiatement que, *entre les fonctions* $\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_q$, *ne peut exister aucune relation de la forme*

$$\Phi(\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_q) = 0,$$

et que *les fonctions* $\mathrm{F}_k (k = 1, 2, \ldots, q)$ *sont aussi indépendantes de* ρ *fonctions* $f_j (j = 1, 2, \ldots, \rho)$.

Prenons maintenant à volonté certains des indices $1, 2, \ldots, q$, en les désignant successivement par $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_\mu$, et supprimons de la série de q fonctions $\mathrm{F}_k (k = 1, 2, \ldots, q)$ celles qui corrrespondent aux indices λ.

On obtient ainsi un système normal de μ *équations linéaires*

$$(1) \qquad (f_{\lambda_1}, f) = 0, \quad (f_{\lambda_2}, f) = 0, \quad \ldots, \quad (f_{\lambda_\mu}, f) = 0,$$

et la suite de fonctions indépendantes

$$f_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, \rho),$$
$$\mathrm{F}_1, \ \mathrm{F}_2, \ \ldots, \ \mathrm{F}_{\lambda_1 - 1}, \ \mathrm{F}_{\lambda_1 + 1}, \ \ldots, \ \mathrm{F}_{\lambda_2 - 1}, \ \mathrm{F}_{\lambda_2 + 1}, \ \ldots, \ \mathrm{F}_{\lambda_\mu - 1}, \ \mathrm{F}_{\lambda_\mu + 1}, \ \ldots, \ \mathrm{F}_q$$

qui représentent, évidemment, un système complet des intégrales distinctes des équations (1).

Si l'on suppose, en particulier, que $q = n$, on obtient le théorème suivant :

Soit f_i $(i = 1, 2, \ldots, n)$ *un système normal de* n *fonctions de* $2n$ *variables*

x_i, p_i. *Quelles que soient les équations*

$$f_i = c_i \quad (i = 1, 2, \ldots, n) \tag{2}$$

résolubles ou non par rapport à tous les p_i, *on peut toujours, à l'aide d'une quadrature, construire n fonctions vérifiant les conditions*

$$(F_s, f_r) = \varepsilon_{s,r}, \qquad (F_s, F_r) = 0, \qquad \varepsilon_{s,r} = 0 \text{ ou } -1.$$

Le système de $2n - m$ *fonctions*

$$f_i \,(i = 1, 2, \ldots, n), \qquad F_s \,(s = m+1, m+2, \ldots, n)$$

représentera alors toutes les intégrales distinctes de m équations linéaires

$$(f_j, f) = 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, m).$$

2. Des considérations tout à fait élémentaires conduisent ensuite à la proposition suivante :

Si les équations (2), *étant résolues par rapport à* $x_{h+1}, \ldots, x_n$; $p_1, \ldots, p_h$, *où nécessairement* $h \geqq m$, *conduisent aux équations*

$$x_s = \varphi_s(x_1, x_2, \ldots, x_q, c_1, c_2, \ldots, c_h, c_{h+1}, \ldots, c_n), \qquad (s = h+1, h+2, \ldots, n),$$
$$p_k = \psi_k(x_1, x_2, \ldots, x_q, c_1, c_2, \ldots, c_h, c_{h+1}, \ldots, c_n), \qquad (k = 1, 2, \ldots, h),$$

dont les premières relatives aux x_s *sont résolubles par rapport à* c_{h+1}, $c_{h+2}, \ldots, c_n$, *les équations normales*

$$f_1 = c_1, \quad f_2 = c_2, \quad \ldots, \quad f_m = c_m, \quad \ldots, \quad f_h = c_h,$$
$$F_{h+1} = b_{h+1}, \quad F_{h+2} = b_{h+2}, \quad \ldots, \quad F_n = b_n,$$

b désignant des constantes arbitraires, sont toujours résolubles par rapport à tous les $p_i \,(i = 1, 2, \ldots, n)$.

On voit, de ce qui précède, que *le théorème généralisé de Jacobi ramène presque immédiatement le cas exceptionnel de S. Lie-Mayer à celui de Jacobi.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Représentation approchée des fonctionnelles continues par une intégrale multiple.* Note de M. **Fréchet**, présentée par M. Émile Picard.

Ma Note du 28 janvier 1909 permet de généraliser un théorème énoncé ici même par M. Hadamard. D'après ce théorème, toute fonctionnelle [1]

[1] Le sens des dénominations que j'emploie ici a été précisé dans ma Note précédente.

linéaire (c'est-à-dire continue et distributive) peut être approximativement représentée par une intégrale simple.

J'ai pu démontrer que plus généralement toute fonctionnelle continue peut s'exprimer approximativement par une intégrale multiple. D'une manière précise :

Soit une fonctionnelle réelle U_f *définie et continue dans le champ des fonctions* $f(x)$ *réelles, continues dans un intervalle* (a, b). *On peut toujours exprimer* U_f *sous la forme*

$$U_f = \lim_{n=\infty} \int_a^b \cdots \int_a^b \Big\{ H_0^{(n)} + H_1^{(n)}(x_1) f(x_1) + H_2^{(n)}(x_1, x_2) f(x_1) f(x_2) + \ldots + H_{r_n}^{(n)}(x_1, x_2, \ldots, x_{r_n}) f(x_1) \ldots f(x_{r_n}) \Big\} dx_1 \, dx_2 \ldots dx_{r_n},$$

où r_n est un certain entier pouvant varier et même croître indéfiniment avec n et où $H_1^{(n)}(x_1), \ldots, H_{r_n}^{(n)}(x_1, \ldots, x_{r_n})$ sont des fonctions réelles continues par rapport à l'ensemble des variables $x_1, \ldots, x_{r_n}$ (on peut même supposer que ce soit des polynomes), fonctions qui peuvent être déterminées une fois pour toutes par la fonctionnelle U indépendamment de la fonction $f(x)$.

Si la fonctionnelle est d'ordre entier q, *on peut borner les* r_n *et prendre* $r_n = q$ *quel que soit* n. Lorsque $q = 1$, ce corollaire se réduit au théorème de M. Hadamard.

Remarque. — L'intégrale multiple écrite plus haut est une fonctionnelle d'ordre r_n, mais ce n'est pas la forme la plus générale de telles fonctionnelles.

PHYSIQUE. — *Sur le déclin de la phosphorescence à basse température.* Note de M. **J. de Kowalski**, présentée par M. E.-H. Amagat.

Dans le cours des expériences faites sur les phénomènes de luminescence des corps organiques à basse température, j'ai fait une série d'observations sur le déclin de l'intensité lumineuse de ces corps phosphorescents.

Ce sont surtout les solutions alcooliques du benzène et de ses substitués que j'ai choisies.

Leur émission phosphorescente à la température de l'air liquide est caractérisée par un spectre d'une seule bande s'étendant, pour la lumière visible, dans les cas des corps transparents, depuis l'extrême violet plus ou

moins vers le rouge. Dans les cas des corps absorbant une partie du spectre visible, comme par exemple les nitroanilines, l'émission est naturellement limitée par cette absorption.

Or une absorption du déclin de la phosphorescence, observée à l'œil nu, permet de remarquer un changement de couleur, surtout dans le cas où l'émission s'étend vers le rouge.

J'ai donc entrepris une étude dans le but de pouvoir déterminer laquelle des parties du spectre d'émission disparaît la première.

Voici quelle était la marche des expériences :

La solution alcoolique du corps étudié, mise dans une capsule en porcelaine, était plongée dans l'air liquide.

Quand elle fut solidifiée et atteignit entièrement la température de l'air liquide, je l'ai exposée à l'action du rayonnement d'une lampe à arc de mercure en quartz.

Après un certain temps déterminé, on interrompait le courant qui alimentait l'arc, et au même moment j'observais l'émission phosphorescente à travers les différents écrans qui limitaient le spectre à une région voulue.

Un chronographe permettait de marquer la durée de la phosphorescence dans cette région.

Les résultats obtenus avaient le même caractère pour tous les corps étudiés (environ une soixantaine) :

Ce sont les émissions à grandes longueurs d'onde qui diminuent plus rapidement d'intensité que celles dont les ondes sont plus courtes.

Un exemple illustrera le mieux cette loi :

Une solution d'aniline à $\frac{1}{10}$ normale dans l'alcool éthylique donne, à la température de l'air liquide, une phosphorescence dont le spectre visible s'étend du violet extrême jusqu'à l'orange (environ jusqu'à la longueur d'onde de $600^{\mu\mu}$).

En observant l'émission à travers un verre absorbant le spectre visible depuis $580^{\mu\mu}$ du côté des ondes courtes, je voyais s'éteindre la lumière au bout de 3 secondes.

J'ai remplacé vite l'écran par un autre, qui laissait passer la lumière jusqu'à la longueur d'onde de $480^{\mu\mu}$, et j'observais l'émission pendant 27 secondes; en enlevant complètement les écrans, je pouvais voir le corps phosphorescent à l'œil nu encore pendant 50 secondes.

J'ai exécuté une autre série d'expériences au moyen d'un spectroscope à grande luminosité et dont l'oculaire possédait une fente. Cette fente se déplaçait facilement et pouvait ainsi délimiter une région du spectre.

En observant la phosphorescence à l'aide de ce spectroscope, il était facile de vérifier la loi énoncée.

Si ces faits me paraissent intéressants, c'est qu'ils accentuent la différence

qui existe entre l'émission lumineuse causée par la luminescence et celle qui est causée simplement par l'élévation de la température.

Dans ce dernier cas, quand l'intensité lumineuse totale diminue, ce sont les émissions des longueurs d'onde plus courtes qui disparaissent avec celles qui ont des longueurs d'onde plus grandes, et cela conformément à la loi de Wien.

Dans notre cas, c'est le contraire qui arrive : quand l'intensité diminue, ce sont les radiations à grande fréquence qui persistent le plus longtemps.

Il serait toutefois possible qu'il existât une certaine longueur d'onde pour laquelle la durée de l'émission est un maximum.

L'étude photographique du spectre de la phosphorescence dans l'ultraviolet pourrait uniquement élucider cette question, et c'est l'objet de mes études actuelles (1).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelles réactions de la dioxyacétone.* Note de M. G. Denigès.

En essayant d'appliquer à la recherche de la glycérine, préalablement transformée, à l'aide du brome, en dioxyacétone, les réactions de ce dernier composé récemment étudiées par moi et dont les principales ont été tout dernièrement communiquées à l'Académie (2), je me suis aperçu que certaines de ces réactions que je n'avais pas signalées d'une manière spéciale comme peu caractéristiques et peu sensibles pour la dioxyacétone pure, prenaient un caractère tout nouveau avec la dioxyacétone provenant de la glycérine et non séparée du milieu où elle avait pris naissance.

M'étant assuré que ni l'acide glycérique, ni l'aldéhyde correspondant, ni la glycérine elle-même ne jouaient aucun rôle dans les phénomènes observés, j'ai été conduit à penser que le produit amenant ces modifications était le brome mis en liberté, en effectuant la réaction colorée, par l'action de l'acide sulfurique concentré sur l'acide bromhydrique mélangé à la dioxyacétone et provenant de l'attaque première de la glycérine par l'halogène.

---

(1) Ce travail a été exécuté grâce aux subsides du *Elizabeth Thompson Fund*, à Boston. Je me permets d'adresser aux administrateurs mes plus vifs remercîments.

(2) G. Denigès, *Réactions colorées de la dioxyacétone* (*Comptes rendus*, 18 janvier 1909, p. 172).

J'ai pu confirmer cette hypothèse et réaliser en quelque sorte synthétiquement les nouvelles réactions observées, en ajoutant à de la dioxyacétone pure une solution d'acide bromhydrique ou d'un bromure alcalin suffisamment étendue pour ne pas amener d'action destructive de la matière colorante, vraisemblablement bromée [1], formée par un trop grand excès de brome libéré.

Pratiquement, je me suis servi pour ces essais d'une solution aqueuse, à 4 pour 100, de bromure de potassium.

Dans un tube à essai, on met $0^{cm^3},1$ de solution alcoolique à 5 pour 100 du réactif employé, $0^{cm^3},1$ de solution à 4 pour 100 de BrK, $0^{cm^3},4$ de la solution aqueuse de dioxyacétone dont le titre n'excédera pas 1^g par litre, et 2^{cm^3} d'acide sulfurique ($D = 1,84$). On agite pour mélanger et l'on porte le tout, pendant 2 minutes, au bain d'eau bouillante.

On obtient ainsi d'intéressantes réactions colorées, notamment avec les acides phénols et certains dérivés incomplètement alkylés des polyphénols : je signalerai surtout, comme couramment applicables en qualité de réactifs de la dioxyacétone, le gayacol et les acides salicylique et gallique.

Avec le *gayacol*, on obtient une coloration bleue, plus ou moins nuancée de violet et présentant une forte bande d'absorption dans l'orangé. La teinte est d'un très beau bleu avec $0^g,10$ de dioxyacétone par litre; elle est violacée à $0^g,010$ et encore appréciable, par une teinte rose violacé faible, à $0^g,001$ par litre, soit avec moins d'un demi-millième de milligramme du corps acétonique dans la prise d'essai.

Avec l'*acide salicylique*, on observe une coloration rouge framboise pour des dilutions supérieures à $0^g,10$ de dioxyacétone par litre; rosée pour les grandes dilutions; encore appréciable, par comparaison avec un témoin, à 1^{mg} par litre. La coloration obtenue s'accompagne d'un spectre présentant deux principales bandes d'absorption : l'une intense, dans le jaune; l'autre moins foncée, mais plus large, au début du bleu.

Avec l'*acide gallique*, il se produit une teinte violet foncé lorsque les concentrations sont comprises entre $0^g,20$ et 1^g de dioxyacétone par litre. La sensibilité de la réaction décroît très vite avec la dilution et est moindre que pour les précédents réactifs. Le spectre d'absorption est très voisin de celui que donne, dans les mêmes circonstances, l'acide salicylique.

Lorsque, dans les divers cas examinés plus haut, les colorations obtenues seront trop intenses pour l'examen spectroscopique ou la bonne appréciation de la teinte, on diluera le liquide avec de l'acide acétique cristallisable ou encore avec de l'acide sulfurique ayant 1,80 environ de densité.

---

(1) Le chlore, bien que produisant abondamment de la dioxyacétone avec la glycérine, ainsi que je l'ai constaté et comme je compte l'utiliser, ne fournit, en effet, rien de pareil, même lorsqu'il est ajouté en nature à de la dioxyacétone pure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'air et des agents oxydants sur les charbons.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'étude de l'altération des houilles à l'air offre un intérêt considérable au point de vue pratique, car, à cette question, se rattache l'examen des phénomènes qui président à l'inflammation spontanée du charbon, soit dans les mines, soit dans les locaux d'emmagasinage. Les travaux de M. Fayol et les recherches de M. Mahler ont montré que la cause de ce phénomène réside dans une véritable oxydation de la matière charbonneuse. On sait de plus que la proportion des matières volatiles renfermées dans un charbon n'est pas le seul facteur qui influe sur son pouvoir cokéfiant, et que de deux approvisionnements d'une même houille, celui qui est resté le plus longtemps à l'air donne le moins bon coke. D'après M. Mahler, l'étude approfondie du mécanisme d'oxydation de la houille par l'oxygène doit permettre d'élucider en particulier les faits d'où dépend la cokéfaction des combustibles, et il faut rechercher la matière collante des houilles à coke parmi les hydrates de carbone susceptibles de se transformer en acide humique au contact de l'air. MM. Dennstedt et Bünz pensent que les acides humiques constituent les produits ultimes de l'oxydation des charbons, et que ceux-ci sont d'autant plus facilement inflammables que la quantité d'acide humique est plus grande.

J'ai repris l'étude du phénomène de la cokéfaction; je donne dans cette Note les résultats relatifs à l'oxydation des charbons. J'ai examiné comparativement des combustibles d'origines diverses : anthracite anglais (I), Courrières un quart gras (II), charbon de forge belge (III), charbon de forge d'origine inconnue (IV), Bruay trois quarts gras (V), houille d'origine inconnue (VI), lignite (VII). Au cours des divers essais, faits par les méthodes analytiques ordinaires, les combustibles sont caractérisés par la quantité et la qualité du coke obtenu par calcination en vase clos, par leur teneur en matières volatiles, par leur teneur en cendres.

Les houilles ont été simplement exposées à l'air, à la température ambiante et à la température de 100° (étuve à air chaud); la matière était placée dans une petite capsule qui en contenait une dizaine de grammes. A la température ordinaire, les variations de poids dues à la fixation d'oxygène sont très faibles; elles peuvent être dues simplement à des variations de l'état hygrométrique. A la température de 100°, au contraire, après une diminution de poids provenant du départ de l'eau hygroscopique, on constate une augmentation de poids très nette pour tous les charbons mis en œuvre, pouvant atteindre 10 pour 100. Des essais faits à 100° sur 200^g de matière ont conduit à des résultats analogues.

L'acide humique, dont on peut déceler la présence dans les charbons par action dissolvante de la potasse et précipitation par l'acide chlorhydrique, ne préexistait que dans les échantillons VI (moins de 1 pour 100) et VII (5 pour 100); il apparaît très nettement dans les échantillons III et IV (traces), V (5 pour 100), VI (14 pour 100), VII (1 pour 100), qui ont été soumis à l'action de l'air à 100°. En même temps, le pouvoir cokéfiant des houilles III, IV et V qui, à l'état naturel, donnent des cokes agglomérés et durs, a complètement disparu; il semble donc y avoir une certaine relation entre la cokéfaction des combustibles et l'absence d'acide humique dans ces combustibles.

L'augmentation de poids des charbons mentionnée plus haut est bien due à un phénomène d'oxydation; on observe en effet des résultats analogues à ceux obtenus avec les charbons oxydés, mais à un degré plus grand, si l'on traite les charbons par un agent oxydant énergique, comme l'acide nitrique. Dès qu'on met l'acide en contact avec le combustible, il y a un dégagement de vapeurs nitreuses qui semble d'autant plus abondant que la teneur en matières volatiles est plus élevée; il y a également un dégagement de chaleur d'autant plus grand que la teneur en matières volatiles est plus élevée. On peut caractériser l'acide oxalique dans les produits d'oxydation, et, de plus, l'action ultérieure des lessives alcalines sur les charbons oxydés met en évidence la présence d'acide humique en quantité relativement grande (voir *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 986). Enfin les houilles III, IV et V ont perdu leur pouvoir cokéfiant.

Dans l'action de l'acide nitrique sur les charbons, il doit y avoir formation de composés nitrés instables, car au-dessous du rouge, même en chauffant les charbons avec beaucoup de précaution, il y a foisonnement et dégagement spontané de matières volatiles non combustibles. La variation de poids des charbons observée, généralement assez grande, proviendrait de ce que la perte de carbone sous forme gazeuse est tantôt plus petite, tantôt plus grande que le gain dû simultanément à la fixation du résidu nitré et à la formation d'acide humique. En particulier, avec les échantillons VI et VII, l'élévation notable de la température au moment de la réaction a favorisé le dégagement des gaz carbonés et la décomposition des dérivés nitrés, d'où les diminutions de poids qui ont été constatées.

Voici quelques analyses de charbons naturels et oxydés :

Charbons.		I.	II.	III.	IV	V.	VI.	VII.
Naturels......	Coke..............	86,66	89,54	70,51	79,185	59,36	51,44	37,34
	Cendres...........	2,54	1,66	4,64	2,675	3,07	2,35	4,22
	Matières volatiles..	8,80	8,80	24,85	18,14	37,57	46,21	58,44
	Aspect du coke....	poussiéreux	poussiéreux	aggl. bours.	aggl. bours.	aggl. bours.	traces aggl.	poussiéreu

Charbons.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Oxydés à l'air à 15°.	Coke	90,1	87,86	71,67	75,59	62,04	51,74	35,5
	Cendres	2,3	2,07	4,87	5,91	2,65	2,95	6,73
	Matières volatiles	7,6	10,07	23,46	18,50	35,31	45,31	57,77
	Aspect du coke	poussiéreux	poussiéreux	aggl. bours.	aggl. bours.	aggloméré	poussiéreux	poussiéreux
	Acide humique	non	non	non	non	non	oui (traces)	oui
Oxydés à l'air à 100°.	Coke	87,84	85,32	71,98	72,83	64,69	43,75	25,6
	Cendres	2,33	2,17	4,19	6,32	2,39	9,00	7,85
	Matières volatiles	9,83	12,51	23,83	20,85	32,92	47,25	66,55
	Aspect du coke	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux
	Acide humique	non	non	oui (traces)	oui (traces)	oui	oui	oui
Oxydés par NO^3H.	Augmentation de poids pour 100	+15,6	+26,0	+ 6,4	+20,4	+17,2	−14,0	−36,8
	Coke	68,10	54,78	56,50	51,59	49,64	43,24	39,48
	Cendres	1,80	0,41	1,55	6,14	1,60	0,72	0,61
	Matières volatiles	30,10	44,81	41,95	42,27	48,76	56,04	59,91
	Aspect du coke	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	poussiéreux	foisonnant traces d'agg.	foisonnant traces d'agg.	poussiéreux
	Acide humique	non	non	oui	oui	oui	oui	oui

En résumé, au contact de l'air, les charbons augmentent de poids par suite de l'absorption d'oxygène; le phénomène est beaucoup plus net si l'on fait intervenir l'action de la chaleur. Les houilles à coke, oxydées à 100° par exemple, ont perdu complètement leur pouvoir cokéfiant; de plus, elles renferment de l'acide humique, alors qu'initialement elles n'en contenaient pas. Il est facile d'obtenir une oxydation plus grande et, par suite, une plus forte proportion d'acide humique, en employant un oxydant énergique comme l'acide nitrique concentré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation d'acide cyanhydrique dans l'action de l'acide nitrique sur les phénols et les quinones.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **L. Poizat**, présentée par M. A. Haller.

Schultz et Stäble [1] ayant signalé un dégagement d'acide cyanhydrique dans l'action de l'acide nitrique sur l'hydroquinone sulfonique, nous avons recherché s'il s'agissait là d'un fait isolé ou bien si d'autres composés organiques pouvaient donner naissance à de l'acide cyanhydrique sous l'influence de l'acide nitrique.

Nous avons reconnu que l'acide nitrique à 20 pour 100 oxyde vers l'ébullition un grand nombre de composés organiques aromatiques avec dégage-

---

(1) *Journ. f. prakt. Chemie,* t. CLXXVII, 1904, p. 335.

ment d'acide cyanhydrique, mais que cette propriété est en relation étroite avec la constitution de ces corps.

L'expérience nous a montré que la présence d'un groupement phénolique ou quinonique paraît indispensable pour qu'il y ait formation d'acide cyanhydrique. La diméthylaniline et la diéthylaniline seules nous ont paru faire exception à cette règle.

Parmi les nombreux phénols mono ou polyatomiques simples ou substitués, ainsi que les quinones que nous avons expérimentés, i[illegible] ceux renfermant soit la position para libre, soi[illegible] libres, qui dégagent de l'acide cyanhydrique.

Nous avons reconnu que la plupart des nitrations des phénols sont accompagnées de la formation d'acide cyanhydrique, mais ce composé ne peut être décélé en présence de vapeurs nitreuses ni par son odeur ni par sa transformation en bleu de Prusse. Pour constater sa présence, on recueille le mélange des gaz dans une solution de nitrate d'argent et l'on isole l'acide cyanhydrique à l'état de cyanure d'argent qu'on caractérise facilement en le transformant en bleu de Prusse.

La formation d'acide cyanhydrique est toujours accompagnée de celle d'acide nitreux, aussi pouvait-on supposer que l'acide nitreux est l'agent actif de la production de gaz cyanhydrique.

Les expériences, que nous avons faites en empêchant la formation d'acide nitreux dans l'action de l'acide nitrique, paraissent confirmer cette hypothèse.

En effet, si l'on chauffe avec l'acide nitrique en présence d'urée ou d'aniline, corps qui détruisent l'acide nitreux, les phénols susceptibles de former de l'acide cyanhydrique, ce gaz ne prend plus naissance.

De plus, l'acide nitreux seul chauffé en solution étendue avec ces mêmes phénols donne naissance à un abondant dégagement d'acide cyanhydrique.

Les faits précédents nous ont permis de donner une explication assez vraisemblable de la formation d'acide cyanhydrique.

L'acide nitrique donnerait d'abord un dérivé ortho ou paranitrosé du phénol employé, dérivé qu'il faut considérer comme une ortho ou paraquinone oxime :

```
      COH                  COH                  C=O
  CH /   \\ CH         CH /   \\ CH         CH //  \\ CH
    ||     |      →      ||     |      →      |      |
  CH \\   / CH         CH \\   // CH        CH \\  // CH
      CH                  C—NO                 C=NOH
```

ou bien

```
       COH                      COH                        C=O
  CH ⁄  ⟍ CH           CH ⁄  ⟍ C—NO           CH ⁄  ⟍ C=NOH
  CH ‖    | CH     →     CH ‖    | CH       →      CH ‖    | CH
    ⟍  ⁄                   ⟍  ⁄                      ⟍  ⁄
     C—CH³                  C—CH³                     C—CH³
```

Il y aurait ensuite oxydation à l'endroit des doubles liaisons, avec formation d'acide mésoxalique et de l'oxime de cet acide dans le premier cas, d'acide carbonique, d'acide oxalique et de la monoxime, de l'acide dioxytartrique dans le second cas :

```
       C=O                       CO
  CH ⁄  ⟍ CH            CO²H ⁄  ⟍ CO²H
  CH ‖    ‖ CH     →     CO²H ⟍  ⁄ CO²H
    ⟍  ⁄                      C=NOH
     C=NOH
```

ou bien

```
       C=O                       CO
  CH ⁄  ⟍ C=NOH          ⁄          ⟍
  CH ‖    ‖ CH        CO²H          C=NOH
    ⟍  ⁄                              |
     C—CH³            CO²H          CO²H
                         ⟍ CO²H     CO²
```

Les acides mésoxalique et oxalique donneraient finalement de l'acide carbonique; l'oxime de l'acide mésoxalique se dédouble comme on le sait ([1]) entièrement à l'ébullition en acide carbonique et cyanhydrique; enfin nous avons constaté que le dioxytartrate de sodium chauffé à l'ébullition avec une solution de chlorhydrate d'hydroxylamine donne abondamment de l'acide cyanhydrique.

La diméthylaniline et la diéthylaniline donneraient de l'acide cyanhydrique par un mécanisme analogue en passant par la *p*-nitrosodiméthyl ou diéthylaniline.

Nous étendons actuellement cette étude aux dérivés de naphtalène et de l'anthracène.

([1]) Bayer, *Liebig's Annalen*, t. CXXXI, p. 292.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du nitrosobenzène sur les amines secondaires.* Note de MM. **P. Freundler** et **Juillard**, présentée par M. A. Haller.

Le nitrosobenzène réagit énergiquement sur les amines secondaires en se transformant, pour la majeure partie, en azobenzène. Il se forme de plus une certaine quantité de nitrobenzène, d'aniline et probablement aussi un peu d'azoxybenzène. Quant à l'amine, même si l'on emploie un grand excès de nitrosé, on en retrouve la plus grande partie inaltérée. Son rôle exact reste encore à déterminer.

On peut toutefois, en opérant dans certaines conditions, déceler la formation de l'hydroxylamine secondaire correspondante RR'AzOH, et comme celle-ci est volatile, la réaction en question peut être appliquée dans une certaine mesure à la différenciation des amines grasses primaires, secondaires et tertiaires pures.

A cet effet, on mélange à froid quelques décigrammes d'amine et de nitrosobenzène, puis, quand la réaction est achevée (coloration rouge franc), on distille le produit au-dessous de 150°, à la pression ordinaire ou dans le vide. Les quelques gouttes de distillat ainsi obtenues réduisent rapidement le nitrate d'argent à froid, instantanément en présence de potasse.

Si l'on traite de la même façon une amine primaire grasse, la formation d'azobenzène s'effectue tout aussi rapidement, mais le liquide distillé ne réduit pas le nitrate d'argent, même en présence de potasse. L'étude complète de l'action du nitrosobenzène sur les amines primaires a été entreprise, il y a quelques années, par M. Bamberger, à la demande duquel j'ai abandonné l'examen de cette dernière question.

Enfin, les amines tertiaires se comportent, vis-à-vis du nitrosobenzène, d'une façon tout à fait différente, en ce sens qu'on peut facilement y faire recristalliser le nitrosé par chauffage et refroidissement. Si toutefois on chauffe assez longtemps le mélange, celui-ci finit par devenir rouge; il contient alors de l'azobenzène et fournit à la distillation un produit réducteur. Il se fait probablement une oxamine tertiaire qui se dédouble, comme on le sait, à chaud, en hydroxylamine secondaire et carbure éthylénique.

Les réactions précédentes s'effectuent sur moins de $0^{g},5$ de matière. Elles ont été appliquées à la propylamine, l'isobutylamine, l'isoamylamine, la dipropylamine, la diisobutylamine, la méthylisoamylamine, la propylisoamylamine, la tripropylamine, la diméthylisoamylamine et la dipropylisoamylamine.

La pipéridine réagit également avec la plus grande énergie sur le nitrosobenzène; ce fait a été signalé par M. Spiegel (1), qui a mentionné simplement la formation d'azo-

---

(1) *D. ch. G.*, t. XLI, 1908, p. 679.

benzène et d'azoxybenzène, et qui a bien voulu m'abandonner la suite de l'étude de ce point particulier. La réaction est en tout cas très complexe. La méthylaniline réagit aussi sur le nitrosobenzène, mais la pyridine, en temps qu'amine tertiaire, est à peu près sans action.

Un certain nombre des amines secondaires et tertiaires mentionnées ci-dessus ont été préparées par la méthode d'Hofmann (iodure et amine primaire) avec un rendement moyen de 50-60 pour 100. Leur séparation a été effectuée par la méthode au nitrite qui fournit de très bons résultats; c'est ainsi que nous avons obtenu la *propylisoamylamine* bouillant à 148°-149° et la *dipropylisoamylamine* bouillant vers 180°. Les chloroplatinates correspondants sont bien cristallisés et assez solubles dans l'eau.

Ces amines présentent des phénomènes assez remarquables dont nous nous bornerons à citer un exemple dans cette Note :

L'isoamylamine est soluble en toutes proportions dans l'eau. La méthylisoamylamine est fort peu soluble; mais si, à des volumes égaux de base secondaire et d'eau, on ajoute $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ d'amylamine primaire, la masse devient homogène. Si maintenant on chauffe ce mélange vers 50°, la base secondaire se sépare complètement, en entraînant avec elle la plus grande partie de l'amine primaire. Nous supposons que la méthylisoamylamine forme un hydrate soluble dans les solutions aqueuses de base primaire; cet hydrate, qui perdrait son eau à chaud en devenant insoluble, existe certainement, car la méthylisoamylamine, mise au contact de l'eau, en absorbe une certaine quantité en s'échauffant et sans se troubler; de plus, le liquide homogène ainsi obtenu étant chauffé, l'eau se sépare de nouveau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions du dihydrure d'anthracène* 9-10 *et de l'anthranol.* Note de M. **R. Padova**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons étudié quelques réactions du dihydrure d'anthracène 9-10. Ce corps a été préparé par la méthode de Bamberger et Lodter [1] en réduisant l'anthracène au moyen de l'alcool amylique et du sodium.

Chauffé avec du soufre à 200°, le dihydrure d'anthracène donne simplement de l'anthracène. Il ne se condense pas avec les aldéhydes aromatiques et ne réagit pas avec le chlorure de benzylidène. Avec le phénylchloroforme,

---

(1) *Ber.*, t. XX, 1887, p. 3073.

au sein du xylène, il n'y a pas de réaction. Si l'on chauffe le dihydrure d'anthracène avec du phénylchloroforme, sans dissolvant, en présence de poudre de marbre, afin d'éliminer l'acide chlorhydrique, on n'obtient que des produits résineux.

En revanche, le dihydrure d'anthracène se condense avec le chlorure de benzophénone :

On fond dans un tube chauffé au bain d'huile 5g, 4 de dihydrure d'anthracène, et l'on y ajoute 13g, 5 de chlorure de benzophénone. On élève progressivement la température jusqu'à 250° et l'on continue à chauffer pendant 2 heures et demie. On coule la masse fondue qu'on pulvérise après solidification. On l'extrait d'abord à l'éther, puis à l'acide acétique bouillant. Le résidu de l'extraction éthérée donne un produit résineux. L'acide acétique contient en dissolution de l'anthracène caractérisé par son point de fusion. Enfin le résidu, insoluble dans l'acide acétique, donne, après deux cristallisations dans le xylène, de longues aiguilles blanches fondant à 305°, se dissolvant sans coloration dans la pyridine et le bromure d'éthylène, et correspondant au corps

$$\begin{array}{ccccc} C^6H^5 & \diagdown & & \diagup & C^6H^5 \\ & & C & & \\ & & \parallel & & \\ & & C & & \\ H^4C^6 & \diagup & & \diagdown & C^6H^4 \\ & \diagdown & C & \diagup & \\ & & \parallel & & \\ & & C & & \\ H^5C^6 & \diagup & & \diagdown & C^6H^5 \end{array}$$

soit le tétraphénylanthraxylilène. Le rendement est de 18 pour 100 de la théorie.

Le poids moléculaire (ébullioscopie dans le bromure d'éthylène) correspond à la formule simple. Avec l'acide sulfurique concentré, coloration verte. Ce corps est identique au corps obtenu par Staudinger [1] par une autre voie. Réduit par l'alcool benzylique et le sodium, il donne

$$\begin{array}{ccccc} C^6H^5 & \diagdown & & \diagup & C^6H^5 \\ & & CH & & \\ & & | & & \\ & & C & & \\ H^4C^6 & \diagup & | & \diagdown & C^6H^4 \\ & \diagdown & C & \diagup & \\ & & | & & \\ & & CH & & \\ H^5C^6 & \diagup & & \diagdown & C^6H^5 \end{array}$$

fondant au-dessus de 360° et caractérisé par une intense fluorescence violette.

Une Note toute récente de M. H. Meyer [2] m'engage à publier les résultats que j'ai

---

[1] *Ber.*, t. XLI, p. 1362.
[2] *Ber.*, t. LXII, p. 143.

obtenus dans l'oxydation de la dianthrone de Dimroth [1]. La dianthrone a été préparée par la méthode de Dimroth. Ce corps se forme également dans l'action du soufre sur l'anthranol, et en petite quantité dans l'action de l'oxyde jaune de mercure sur l'anthranol. Il est insoluble dans les alcalis aqueux. Par oxydation au moyen du nitrite d'amyle en solution dans la pyridine, nous avons obtenu un corps jaune serin, fondant au-dessus de 295°, se dissolvant en vert à chaud dans le pseudocumène, alors que, à froid, les dissolutions sont jaunes, et correspondant à la composition de la dianthraquinone

O

O

Avec l'acide sulfurique concentré, coloration verte.

L'action du chloroforme et de la potasse alcoolique sur l'anthranol nous a permis d'isoler un corps cristallisant en petits prismes rouge foncé, insolubles dans l'acide acétique, le pseudocumène, la pyridine; soluble à chaud dans la quinoléine, la diéthylaniline, le nitrobenzène; se dissolvant en vert bleuâtre dans la potasse alcoolique, et fondant au-dessus de 310°. L'analyse a donné des résultats correspondant à la formule

$$\begin{array}{c} H-C-C\left\langle\begin{array}{c}C^6H^4\\ \hline C^6H^4\end{array}\right\rangle COH \\ \| \\ C \\ H^4C^6\left\langle\quad\right\rangle C^6H^4 \\ C \\ \| \\ O \end{array}$$

(10-oxanthryl-9-anthraquinométhane). Le groupe hydroxyle a été caractérisé par la formation d'un dérivé acétylé fusible à 201-202°, jaune clair, et d'un dérivé benzoylé, prismes jaune canari fondant à 216-218°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la combustion des gaz sans flamme et sur les conditions d'allumage par incandescence.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

En poursuivant l'étude de la combustion sans flamme des gaz (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 539, 759 et 864), j'ai pu faire des remarques qui per-

(1) *Ber.*, t. XXXIV, p. 223.

mettent de préciser le mécanisme des différentes formes de la combustion et les conditions du passage de l'incandescence à l'explosion et à la flamme, ou *vice versa*.

Je me sers pour mes opérations d'un brûleur Auer ordinaire, dont le manchon a été enlevé ainsi que la tige latérale sustentatrice; celle-ci a été remplacée par une tige implantée au centre du brûleur, laquelle peut être changée à volonté et maintient droite une spirale formée d'un fil de platine, ou même de plusieurs réunis en une torsade. Pour obtenir l'incandescence, il suffit d'échauffer la spirale en allumant la lampe pendant quelques secondes, puis de l'éteindre en pressant entre les doigts le tube de caoutchouc qui amène le gaz. Si l'on décomprime le tube doucement et sans à-coup, la spirale éteinte, ou à peu près, devient de nouveau incandescente et, quand elle a acquis un éclat fixe, elle reste indéfiniment dans cet état s'il n'intervient aucune cause extérieure.

Le brûleur Auer est un brûleur Bunsen modifié qui laisse dégager, non pas du gaz d'éclairage pur, mais un mélange d'air et de gaz en proportions telles qu'il est explosif. J'ai pu établir rapidement au moyen de l'appareil que j'ai décrit (t. CXLV, p. 622) que les proportions explosives pour le gaz d'éclairage de composition moyenne sont comprises entre les limites de 10 pour 100 et de 32 pour 100 de gaz. Le bec Auer ne peut fonctionner normalement que grâce à la toile métallique qui recouvre la partie supérieure; sans elle, la flamme descendrait à l'intérieur et brûlerait au niveau des orifices qui servent à l'arrivée de l'air, comme cela arrive avec le brûleur Bunsen ordinaire des laboratoires quand la prise d'air est mal réglée.

L'incandescence de la spirale de platine ne se maintient que dans des mélanges à composition explosive. Avec le bec Auer, on peut faire varier dans une certaine mesure la teneur des mélanges, en ouvrant plus ou moins les prises d'air; la composition d'un mélange demeure constante pour un réglage donné. C'est ainsi que j'ai entretenu l'incandescence de la spirale avec un courant à 26 pour 100 de gaz, puis avec un autre courant à 20 pour 100; ce dernier a donné une incandescence plus vive, qui semblait encore s'aviver avec le courant à 18 pour 100. Ces observations montrent que l'éclat de l'incandescence est en rapport avec la force explosive des mélanges gazeux qui l'entretiennent. Il serait intéressant de mesurer photométriquement cet éclat, car, une fois la relation établie entre l'incandescence et l'explosivité, on aurait un moyen simple de comparer entre elles les forces explosives des mélanges à diverses teneurs. Je me propose de le faire ultérieurement.

Mais il est une autre série de phénomènes qui sont en rapport, eux aussi, avec la composition des mélanges; ce sont les phénomènes de passage de l'incandescence à l'explosion et à la flamme. Je laisse de côté certaines particularités que j'ai observées et je n'envisage actuellement que le cas, expérimentalement très net, où le régime de l'incandescence du platine est

établi et se maintient uniforme; il demeure en cet état tant qu'aucune cause extérieure ne vient le troubler.

Effets des variations du courant gazeux qui alimente la lampe. — Si l'on pince brusquement le tube de caoutchouc, on entend une légère explosion et l'incandescence s'éteint progressivement.

Si on le lâche tout à coup avant que l'incandescence ait cessé, l'explosion a lieu et la flamme s'allume.

Au contraire, en pinçant progressivement, on évite l'explosion à l'extinction, et en décomprimant de même on évite l'explosion et la flamme, et l'on établit ainsi, comme je l'ai indiqué plus haut, la combustion par incandescence.

Effets des courants d'air extérieurs. — La lampe étant en pleine incandescence, on peut provoquer l'allumage avec explosion préalable, par un courant d'air brusque dans le voisinage, soit par un geste rapide, soit par un coup de mouchoir, soit en ouvrant ou en fermant une porte, etc., ou bien en soufflant à distance dans la direction de la lampe, en portant sur le verre un objet qui refoule momentanément le courant ascendant; on peut aussi prendre la lampe par le pied et la balancer doucement, l'inflammation n'a pas lieu, mais elle se produit par un brusque rappel à soi.

L'incandescence se maintient, même si le verre est enlevé, mais dans ce cas l'influence des causes extérieures devient plus manifeste. Cela fait ressortir le rôle protecteur du verre. De même l'allumage devient plus facile à mesure que le mélange devient plus explosif.

On a reconnu depuis longtemps, dans l'exploitation des mines de houille, que le balancement des lampes, leur retrait brusque au sein de l'air chargé de grisou, les variations de composition jouaient un rôle encore inexpliqué sur l'inflammation de celui-ci; ces circonstances seraient à rapprocher des expériences précédentes faites uniquement avec du gaz d'éclairage, qui est beaucoup plus inflammable que le grisou.

Des considérations très simples suffisent à expliquer les faits précédents. La combustion sans flamme est réellement un mode de combustion vive, comme l'explosion ou la flamme, car elle donne lieu à une production régulière et continue de gaz carbonique et de vapeur d'eau, comme je m'en suis assuré; elle diffère essentiellement des deux autres modes par la manière dont se propage la combustion à travers les couches gazeuses, celles-ci *convergent* vers le foyer d'allumage qui est la substance incandescente, et la combustion s'effectue seulement à sa surface, au lieu que dans l'explosion la marche de l'inflammation est *divergente*. On conçoit qu'en raison même de sa nature, le régime *de la combustion à marche convergente* se laisse facilement troubler par les causes extérieures. Ce régime, qui est celui des combustibles solides et qui est dû à l'attraction de l'oxygène, comme je l'ai fait remarquer dans des Notes précédentes, peut être aussi celui de la combustion des gaz; dans le cas des solides il est absolument stable, dans le cas des gaz, au contraire, il passe facilement au mode divergent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Extension aux colloïdes de la notion de solubilité.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Roux.

La notion de solution saturée, sous sa forme ordinaire, n'est pas applicable aux colloïdes. En effet, tandis qu'un sel cristalloïde se dissout dans l'eau dans des proportions constantes, un colloïde amené à l'état solide ou bien ne se redissout pas (sulfure d'arsenic) ou se dissout en proportions presque indéterminées (gomme, gélatine, acide tungstique).

Mais il existe un autre procédé pour définir la solubilité d'une substance. Une solution de cette substance sera enfermée dans un vase perméable au dissolvant, imperméable au corps dissous, et l'on exercera sur elle une pression supérieure à la pression osmotique de ce corps. Le dissolvant filtrera au travers de la paroi, et la concentration ira en augmentant jusqu'à une certaine limite qui (abstraction faite des phénomènes de sursaturation) *définira la solubilité* à la température de l'expérience.

Cette propriété, qui est généralement inutilisable dans le cas des cristalloïdes, faute de membranes semiperméables convenables, est au contraire d'une application constante dans l'étude des colloïdes. Ceux-ci peuvent, comme l'on sait, être concentrés par une filtration sur certaines membranes, notamment sur collodion, sous une pression supérieure à la pression osmotique qu'ils exercent : et l'analogie se poursuit en ceci que, comme les cristalloïdes, les colloïdes ne peuvent être concentrés que jusqu'à une certaine limite, et sous une certaine pression, au delà de laquelle ils prennent l'état solide (1). Cette pression est la *pression osmotique maxima* : la concentration limite peut être appelée la *solubilité* du colloïde.

Cette solubilité est très variable d'un colloïde à l'autre. Elle est, par exemple, à la température ordinaire, voisine de 4 pour 100 pour la gélatine, moindre que 1 pour 100 pour la gélose, supérieure à 60 pour 100 pour certaines variétés d'oxyde de fer et d'acide tungstique. La pression osmotique maxima est variable dans des limites beaucoup plus étendues, plus faible que 2^{cm} d'eau pour le platine de Bredig, elle dépasse 20^{m} pour l'hydrate de fer, et est sensiblement nulle pour un colloïde voisin de son point

---

(1) J. Duclaux, *Journal de Chimie physique,* t. V, 1907, p. 29. Il n'y a pas passage brusque de l'état liquide à l'état solide : il y a seulement un point où la viscosité de la solution augmente très rapidement (dans un cas comme la 35e puissance de la concentration) et où la rigidité devient évidente. Le phénomène est d'autant plus net que les micelles sont plus fines et de grosseur plus uniforme. Il perd toute netteté dans le cas des colloïdes troubles qui se comportent plutôt comme des suspensions.

de coagulation. Il s'agit donc d'une grandeur aussi variable d'un corps à l'autre que l'est la solubilité des cristalloïdes.

La mesure de cette solubilité est utile à plusieurs points de vue.

1. *Stabilité.* — Une solution colloïdale est dite *stable* quand elle se conserve sans altération, et résiste aux variations de température ou aux actions coagulantes. Une telle définition est fort incertaine. Or, on constate que les solutions considérées comme stables sont celles de forte solubilité et forte pression maxima, et inversement. Nous pouvons donc, par ce moyen, définir la stabilité par un nombre.

2. *Variation d'un colloïde.* — Une substance ajoutée à un colloïde, en quantité insuffisante pour amener la coagulation, en modifie cependant l'état. Quelquefois on s'en aperçoit par un changement de couleur (or), ou de transparence (albumine), ou de viscosité (gélatine); mais souvent il n'y a aucune modification perceptible. Au contraire, en étudiant la pression maxima, on constate que toute addition d'un coagulant, même en quantité bien inférieure à celle qui amène la coagulation, *diminue cette pression :* d'où un nouveau moyen d'étude, souvent applicable quand les autres seront en défaut.

3. *Séparation.* — Je signalerai seulement que, de même que les différences de solubilité des cristalloïdes en permettent la séparation, il est possible dans certaines conditions de séparer deux colloïdes dont les pressions maxima sont différentes. Ces séparations, toutefois, ne sont pas complètes, et l'on peut résumer les apparences observées en disant que les colloïdes se comportent, en ces circonstances, comme s'ils étaient tous isomorphes.

4. *Classification.* — Les colloïdes naturels ou artificiels se classent en séries. Ainsi, nous pouvons considérer tous les amidons comme faisant partie d'une même série : les gélatines en forment une autre, les albumines une ou plusieurs autres. Les hydrates ferriques de Graham, purifiés inégalement par dialyse, formeront encore une série.

Chacune de ces séries comprend des corps de propriétés très différentes et qu'on classe en faisant appel, dans chaque cas, à des propriétés particulières. On définit les gélatines par leur pouvoir gélifiant, les solutions d'or par leur couleur, les amidons par leur fluidité, les hydrates ferriques par leur stabilité vis-à-vis des réactifs.

Dans bien des cas, et peut-être dans tous, on peut remplacer ces classifications par celle qui repose sur la notion de solubilité et de pression

maxima, car ces deux quantités sont très variables d'un terme à l'autre. Ainsi, la pression maxima d'un amidon visqueux est appréciable; celle d'un amidon transparent fluide de quelques dixièmes d'atmosphère. Celle de l'or bleu est nulle; celle de l'or rouge de plusieurs décimètres d'eau. Pour l'hydrate ferrique, cette pression varie régulièrement, suivant qu'on prolonge plus ou moins la dialyse, de plus de 2^{atm} à moins de $\frac{1}{100}$. Ainsi, les colloïdes peuvent être rangés dans leur série et la place de chacun donnée *par un nombre*.

Quelle est maintenant la signification de ce nombre, et de quoi dépend cette solubilité d'un colloïde?

Un grand nombre d'expériences faites sur les séries déjà un peu connues (colloïdes minéraux et spécialement hydrate ferrique : amidon) suggèrent que la solubilité est en rapport très étroit avec les propriétés de la micelle elle-même (grosseur, composition chimique ou charge électrique) et dépend surtout de cette dernière. L'étude de la solubilité est donc, en réalité, l'étude des propriétés *irréductibles* de la micelle. Or, c'est évidement par l'étude de ces propriétés qu'on peut espérer réduire à quelque chose de plus simple les apparences si complexes que nous offrent les colloïdes, et préparer la voie à une conception générale. L'étude de la solubilité semble particulièrement appropriée à ce but.

Les expériences qui ont conduit à ces conclusions, et qui ne peuvent être décrites ici, ont été faites en collaboration avec M. J.-H. Russenberger.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des acides sur la peroxydiastase.* Note de M. **Gabriel Bertrand** et Mlle **M. Rozenband**, présentée par M. E. Roux.

En étudiant l'action des acides sur la laccase, l'un de nous a constaté antérieurement que ces réactifs pouvaient être divisés en deux groupes (1): celui des acides qui, à des doses extraordinairement petites, paralysent l'action oxydante du ferment soluble et celui des acides qui, au contraire, peuvent être considérés comme inactifs, étant pour ainsi dire sans effet, malgré la concentration. Les acides du premier groupe agissent sur la laccase en quantités proportionnelles à leur poids moléculaire et inversement proportionnelle à leur degré de basicité.

Ces résultats, extrêmement nets, se sont montrés en complet accord avec

---

(1) Gab. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 340.

la constitution présumée de la laccase et ont apporté, en outre, une notion quantitative concernant l'activité du groupement électro-négatif lié au manganèse dans le ferment soluble.

Nous avons cherché si ces résultats, applicables à la tyrosinase, d'après une première série d'expériences, l'étaient également à la substance catalytique étudiée sous les noms de *leptomine*, de *peroxydase* ou de *peroxydiastase*. Cette substance, confondue à tort par certains auteurs avec les oxydases, existe pour ainsi dire d'une manière constante dans les cellules animales ou végétales. On la met en évidence par des réactions qui sont purement de laboratoire, et l'on ignore à la fois sa constitution chimique et le rôle qu'elle peut remplir dans l'organisme. Un examen systématique de l'action des acides pouvait être de quelque utilité pour la connaissance de la peroxydiastase.

Nous nous sommes procuré d'abord une préparation très active de la substance diastatique en partant du son de froment ([1]). La peroxydiastase ainsi obtenue décomposait encore l'eau oxygénée, en présence du gayacol ([2]), à la dilution de $\frac{1}{3000000}$.

Pour effectuer les recherches comparatives, nous ajoutions la quantité de diastase dissoute dans $0^{cm^3},5$ d'eau à 1^{cm^3} de solution de gayacol à 2 pour 100, puis nous complétions le volume de 2^{cm^3}, soit avec de l'eau, soit avec une dilution acide d'un titre connu. Dans le mélange, nous faisions alors tomber trois gouttes d'eau oxygénée pure à 1 pour 100 en volume ([3]). L'eau nécessaire à toutes ces expériences était de l'eau redistillée dans le vide à l'aide d'un appareil de verre. On choisissait comme terme de comparaison une coloration orangée faible produite en l'espace de 5 minutes. Le degré d'approximation atteignait environ 10 pour 100.

Les acides paralysent la peroxydiastase, mais d'une manière différente de la laccase et de la tyrosinase.

Tout d'abord, il en faut des doses notablement plus fortes. Ensuite, et c'est là le résultat le plus important de ces recherches, au lieu de se classer en deux groupes, l'un actif, dans lequel tous les acides se valent à concentration fonctionnelle égale, et l'autre inactif, ils se rangent en une série continue, d'aspect très singulier au premier abord, mais qu'on peut, dans une certaine mesure, rapprocher de l'ordre de classement des acides d'après leur conductivité électrique ou, peut-être mieux, de leur activité catalytique.

Si, par exemple, on fait égal à 100, d'une part (I), l'activité paralysante

---

([1]) D'après la méthode de MM. Gab. Bertrand et W. Mutermilch (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1285).

([2]) Il se produit de la tétragayacoquinone (*Bull. Inst. Pasteur*, t. II, 1904, p. 398).

([3]) Perhydrol de Merck étendu convenablement avec de l'eau.

de l'acide chlorhydrique sur la peroxydiastase et, d'autre part (II), le pouvoir hydrolysant de cet acide pour le saccharose, d'après les expériences d'Ostwald, on trouve pour certains acides :

Acides monobasiques.

	I.	II.
Acide benzène-sulfonique	169,5	104,4
Acide chlorhydrique	100,0	100,0
Acide monochloracétique	12,5	6,2
Acide formique	4,5	1,5
Acide acétique	0,9	0,4

Acides bibasiques (¹).

	I.	II.
Acide sulfurique	257,9	107,2
Acide oxalique	124,5	39,0
Acide malonique	6,2	6,2
Acide succinique	$<0,4$	1,0

Acides tribasiques (¹).

	I.	II.
Acide phosphorique	21,4	18,6
Acide arsénique	17,8	14,4
Acide citrique	4,45	5,1

L'ordre est le même dans les deux Tableaux, mais la proportionnalité diffère. Dans le second, celui d'Ostwald, cette proportionnalité est presque exactement la même, comme on sait, que celle des conductivités électriques; dans le premier, au contraire, elle est tout à fait différente : il intervient une cause perturbatrice dont la nature nous échappe pour le moment.

Cette cause perturbatrice est même si importante que, pour expliquer l'action d'autres acides, on ne trouve plus aucune relation. Par exemple :

Noms des acides.	I.	II.
Acide trichloracétique	214,4	75,4
Acide azotique	178,0	100,0
Acide sulfovinique	156,1	100,0
Acide dichloracétique	124,5	27,1
Acide chlorhydrique	100,0	100,0
Acide isobutyrique	2,2	0,3
Acide lactique	2,2	1,1

(¹) Les chiffres sont rapportés à la molécule-gramme, sans tenir compte du nombre des fonctions acides.

L'influence exercée par les sels neutres sur la réaction nous ramène à la comparaison entre l'activité des acides sur le saccharose et sur la peroxydiastase.

On sait qu'en présence d'une quantité équivalente d'un sel de potassium ou de sodium de l'acide considéré, le pouvoir hydrolysant se trouve fortement abaissé dans le cas d'un acide faible, comme l'acide acétique, légèrement augmenté, au contraire, dans celui d'un acide fort, comme l'acide sulfurique. Or, nous avons trouvé que la dose paralysante d'acide acétique, qui est de 2^{molg} par litre lorsque l'acide est libre, doit être portée à $3^{\text{mol}},5$ en présence d'une quantité équivalente ($3^{\text{mol}},5$) d'acétate de sodium. Avec l'acide oxalique et l'oxalate de potassium, il a fallu porter la dose de $0^{\text{mol}},014$ à $0^{\text{mol}},125$, tandis qu'avec l'acide sulfurique et le sulfate de potassium nous n'avons pas observé de différence appréciable [1].

De tous ces faits il ressort avec évidence que la peroxydiastase est impressionnée, non seulement par la fonction acide, mais aussi, dans une très forte mesure, par le radical auquel cette fonction se trouve attachée. Il est probable, en outre, que la peroxydiastase agit d'après un processus très différent de celui de la laccase et de la tyrosinase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maltase du maïs.* Note de M. **R. Huerre**, présentée par M. L. Maquenne.

Tous les auteurs qui ont étudié les diastases des semences de maïs y ont constaté la présence de maltase, mais leurs conclusions touchant les propriétés de cet enzyme sont loin d'être identiques : c'est ainsi que son optimum d'activité est fixé tantôt à 50°, tantôt à 60°.

Nous avons reconnu que les différentes variétés de maïs se comportent de façons très dissemblables, tant au point de vue de cet optimum qu'à celui des limites de température entre lesquelles fonctionne leur maltase; nous exposons dans cette Note le résultat de nos recherches sur deux espèces particulièrement caractéristiques et en quelque sorte opposites, bien qu'elles soient cultivées dans le même pays, le maïs *blanc hâtif* et le maïs *jaune hâtif* des Landes.

Tous nos essais ont porté sur des semences non germées et à téguments intacts. On a constaté, par un examen microscopique préalable, l'absence

---

(1) Des sels neutres employés seuls, jusqu'à saturation, comme le sulfate de magnésium (4^{mol}) et le chlorure de sodium (6^{mol}), sont sans effet sur la peroxydiastase.

dans les graines de toute altération due à des insectes ou à des cryptogames. Les extraits ont été préparés en faisant des macérations à 10 pour 100 de graines broyées au moulin ; ces macérations, ainsi que les extraits filtrés, étaient additionnées de trois gouttes de toluène par 10^{cm^3}.

1° *Maïs blanc hâtif des Landes. Température minima d'activité.* — L'extrait fourni par cette espèce contient une maltase déjà très active à 15° et qui agit encore au-dessous de 0° : l'ayant en effet additionné de 2 pour 100 de maltose, on a trouvé, après 6 heures, 8-10 pour 100 de sucre hydrolysé à 0°. Après 18 heures, à 1° au-dessous de zéro, même résultat.

Température maxima d'activité. — Cette maltase fonctionne encore à 60°, mais cesse d'agir à 65° : l'hydrolyse du maltose est nulle à cette température, après 3 heures de contact.

Température optima. — Nous l'avons déterminée en faisant agir l'extrait diastasique sur l'empois d'amidon et le maltose pur.

Action sur l'empois. — On mélange volumes égaux d'extrait et d'empois d'amidon à 5 pour 100, on maintient à 15° ou à 50° et l'on constate que :

a. L'amidon disparaît beaucoup plus vite à 50° qu'à 15°, par suite évidemment de l'action de l'amylase, dont l'optimum est voisin de 50°.

b. Bien qu'il reste encore après 20 heures de l'amidon dans le mélange maintenu à 15°, le pouvoir réducteur des sucres qu'il contient est supérieur à celui que donne le mélange maintenu à 50° ($0^g,83$ au lieu de $0^g,72$, calculé en glucose).

c. Si l'on caractérise les sucres dans le mélange maintenu à 50°, alors que le pouvoir réducteur n'augmente plus, on y trouve à la fois du maltose et du glucose, faciles à reconnaître par leurs osazones.

d. Le même essai, effectué avec le mélange maintenu à 15°, ne donne que de la glucosazone.

Tous ces faits ne peuvent s'expliquer que si la maltase du maïs blanc hâtif des Landes présente son optimum au-dessous de celui de l'amylase : elle agit mieux à 15° qu'à 50° et est détruite à cette température avant que la transformation du maltose fourni par l'amylase ne soit complète.

Action sur le maltose. — Les conclusions sont du même ordre : la quantité de maltose hydrolysé est plus grande à 15° qu'à 50°, à 40° qu'à 30° ou 50°.

Resserrant les limites, nous avons trouvé, en centièmes, avec un extrait additionné de 1 pour 100 de maltose, les proportions suivantes de sucre hydrolysé en 6 heures : 85 à 37°, 90 à 40° et 76,6 à 42°.

Le maïs blanc hâtif des Landes contient donc une maltase dont l'optimum se trouve à 40°, qui fonctionne encore aux plus basses températures et cesse d'agir à 65° ; plusieurs expériences nous ont permis de constater en outre qu'elle est détruite par une chauffe de 2 heures à 50°.

Ces propriétés la rapprochent de la maltase de la levure qui, d'après

Lintner, présente aussi son optimum à 40° et est promptement détruite à 50°.

2° *Maïs jaune hâtif des Landes. Minimum.* — La maltase de cette espèce se comporte d'une tout autre manière : l'extrait ne dédouble pas le maltose au-dessous de 20°, même à la suite de contacts prolongés pendant 6, 20 et 24 heures.

C'est seulement à partir de 22° que le maltose se transforme en glucose : un extrait additionné de 1 pour 100 de maltose pur et maintenu pendant 48 heures à cette température a montré une hydrolyse correspondant à 10,8 pour 100 du sucre introduit.

Cette maltase n'agissant pas à 20°, l'extrait qui la renferme ne devait pas pousser au delà du stade maltose la transformation de l'empois soumis à son influence à cette température; nous avons en effet vérifié que le poids de glucosazone fourni n'est pas plus considérable avec le mélange d'extrait et d'empois, saccharifié à 20°, qu'avec le même volume d'extrait sans empois.

Dans ces conditions, le maïs jaune hâtif des Landes se comporte donc comme s'il ne contenait que de l'amylase.

Maximum. — Cette maltase n'est pas complètement détruite à 80° : après 2 heures et demie de chauffe à cette température, nous avons constaté une hydrolyse de 6,6 pour 100 du maltose ajouté à l'extrait.

Optimum. — Après 6 heures, aux températures indiquées ci-dessous, l'hydrolyse du maltose ajouté, dans la proportion de 1 pour 100 d'extrait, a été, en centièmes, de 11 à 30°; 17,8 à 40°; 33,3 à 50°; 42,2 à 60° et 17,8 à 70°.

L'optimum doit se trouver tout près de 60° et un peu au-dessous de 62°, car en 6 heures, dans d'autres expériences, il y a eu 50 pour 100 de maltose hydrolysé à 58°; 52 pour 100 à 60° et 49 pour 100 à 62°.

Le maïs jaune hâtif des Landes contient donc une maltase agissant de 22° à 80° et ayant son optimum à 60°; nous la nommerons *maltase haute*, par opposition à celle décrite précédemment.

AGRONOMIE. — *De l'emploi de l'arséniate ferreux contre les insectes parasites des plantes.* Note de MM. **Vermorel** et **Dantony**, présentée par M. Müntz.

Tous les sels solubles d'arsenic ont, même à faible dose, une action nocive sur les parties vertes des végétaux, qu'ils détruisent à dose vraiment insecticide. Nous en avons fait la vérification pour les arsénites et arséniates de

soude, potasse et ammonium, nuisibles pour les végétaux à des dilutions de l'ordre des $\frac{1}{2000}$.

Parmi les sels réputés insolubles : le vert de Scheele ou arsénite de cuivre et le vert de Schweinfurth ou acéto-arsénite de cuivre, après addition d'une quantité suffisante de chaux, ne brûlent pas les végétaux et exercent une action insecticide nettement marquée. Ils manquent seulement d'adhérence.

L'arséniate de plomb seul, préparé par double décomposition au moment de l'emploi, satisfait bien aux qualités générales qu'un insecticide doit présenter; il foudroie véritablement les insectes et ne brûle pas les végétaux même à des concentrations élevées. Toutefois, la couleur blanche de la bouillie obtenue peut prêter, au moins dans les milieux agricoles, à des confusions regrettables, et les comités d'hygiène se prononcent nettement contre son emploi.

Pour parer aux inconvénients précités, nous avons essayé successivement la plupart des composés arsénicaux actuellement connus. La bouillie à base d'arséniate ferreux $(AsO^4FeH)^2$ que nous étudions depuis 3 ans nous a paru présenter des qualités toutes particulières.

Nous l'obtenons de la manière suivante :

A.	Eau	10^l
	Arséniate de soude cristallisé	400^g
B.	Eau	10^l
	Sulfate de fer cristallisé	400^g

Mélanger, en versant par petites portions, la liqueur B dans la liqueur A; agiter et plonger de temps en temps dans le mélange un papier imprégné de ferro- ou de ferricyanure de potassium; cesser les effusions de la liqueur B lorsque le papier bleuit franchement. Étendre ensuite à 100^l et employer. On obtient environ 200^g d'arséniate ferreux par hectolitre.

Le mélange de quantités fixes de sulfate de fer et d'arséniate de soude ne permet pas, en raison du degré de pureté toujours variable de ces produits, d'obtenir une bouillie neutre, sans excès de l'un des constituants. Or il est très important de ne pas avoir d'arséniate soluble en excès. L'emploi du papier indicateur sensible aux sels ferreux et ferriques permet d'éviter cet inconvénient.

La bouillie, obtenue comme nous venons de l'indiquer, renferme, en dehors de l'arséniate ferreux, du sulfate de soude et de l'hydrate ferreux. Au contact de l'air, l'arséniate ferreux verdit et se transforme en arséniate ferroso-ferrique; l'hydrate ferreux s'oxyde également et donne naissance à de l'hydrate ferrique, lequel constitue le meilleur contrepoison de l'arsenic. L'aspect général du mélange est d'un vert sale; aucune confusion n'est possible avec un produit alimentaire; il est de plus très adhérent.

Les expériences comparatives que nous avons faites à cet égard nous ont donné de nombreux chiffres, un peu différents suivant la concentration des bouillies, mais montrant nettement que, pour toutes les concentrations usuelles variant de 100^g à 1000^g de sel arsénical par hectolitre, l'adhérence de l'arséniate de fer est maximum quand on le prépare comme nous l'avons indiqué plus haut; elle diminue nettement même quand on opère la précipitation à l'aide de solutions plus diluées, toutes autres conditions restant égales.

Enfin l'adhérence de l'arséniate ferreux augmente avec la concentration de la bouillie. Égale à 85 pour des bouillies à 200^g par hectolitre, elle atteint 98 pour des bouillies à 500^g.

Action sur les végétaux. — Nous avons pulvérisé cet insecticide sur un grand nombre de plantes cultivées. La vigne est une des moins résistantes; elle supporte néanmoins, sans présenter la plus petite brûlure, des bouillies renfermant 500^g d'arséniate ferreux par hectolitre; les poiriers, pommiers et pruniers résistent parfaitement bien à la dose de 2 pour 100, concentrations triples et décuples de celles nécessaires pour détruire les insectes.

Au-dessous de 200^g par hectolitre, aucune plante n'est brûlée. Nous avons enfin remarqué que les plantes ayant reçu des pulvérisations d'arséniate de fer verdissaient très rapidement. Quant à l'action insecticide de l'arséniate ferreux, elle est très nette.

En 1906, 1907, 1908, nous avons pu, à l'aide de l'arséniate ferreux, préserver plusieurs vergers autrefois ravagés par le *Carpocapsa pomonella*.

En 1907, deux traitements à l'arséniate ferreux nous ont permis de conserver à peu près indemnes trois rangs de vignes situés au milieu d'un vignoble dont toutes les parties vertes avaient été dévorées par l'altise. Nous avons, la même année, constaté l'efficacité de cet insecticide contre la pyrale de la vigne. Enfin nous avons, en 1908, au moment de la ponte de la cochylis, procédé à la pulvérisation de quelques rangées de vignes; 15 jours après cette opération, les ceps traités présentaient une moyenne de 4 à 5 chenilles vivantes, les ceps témoins de 15 à 20.

Il ressort des expériences comparatives que nous avons entreprises à ce sujet que la bouillie à l'arséniate ferreux tue les insectes à partir de 100^g par hectolitre (la concentration la meilleure varie entre 150^g et 200^g) et qu'il est superflu de dépasser cette dernière dose.

Nous pensons que l'arséniate ferreux, dont nous nous proposons de poursuivre l'étude, pourra, en raison des faits exposés, rendre quelques services aux agriculteurs.

ANATOMIE. — *A propos de l'anatomie du thymus humain.* Note de M. **René Cruchet**, présentée par M. Bouchard.

La courte Note communiquée à la séance du 11 janvier dernier par MM. Henri Rieffel et Jacques Le Mée confirme, pour la plus grande part, les remarques que j'ai déjà faites et publiées en 1901 ([1]).

Voici, en preuve, quelques passages textuellement empruntés à mon dernier Mémoire de septembre 1901, établi sur 59 cas; je suivrai, pour mes citations, l'ordre même des paragraphes de la Note de MM. Rieffel et Le Mée.

1. Le thymus se compose en général de *deux lobes accolés sur la ligne médiane,* séparés ordinairement l'un de l'autre par la mince cloison conjonctive qui forme leur enveloppe à ce niveau; ils sont cependant assez fréquemment réunis par des points de substance glandulaire qui donnent au thymus, suivant les cas, l'aspect d'un U, d'un H, d'un V ou d'un X. Ces lobes, très inégaux, sont terminés par une extrémité supérieure ou *corne supérieure* plus ou moins effilée, et par une extrémité inférieure plus courte et plus épaisse, que les auteurs anciens avaient désignée sous le nom de *corne inférieure.*

Chaque lobe se décompose en *lobules* étroitement unis : les lobules thymiques chez l'enfant ne sont jamais aussi isolés qu'on le croit les uns des autres; ils communiquent presque toujours par une large anastomose, non seulement conjonctive mais glandulaire; les lobules ne sont jamais plus de deux ou trois pour chaque lobe, ce qui est de beaucoup inférieur au nombre indiqué par quelques Traités classiques, lesquels décrivent moins le lobe thymique de l'homme que celui du veau.

2. La corne supérieure gauche recouvre la portion gauche du tronc brachio-céphalique veineux gauche, ainsi que les veines thyroïdiennes qui viennent s'y jeter à ce niveau; elle entre en rapport, en allant de la gauche vers la droite, avec l'artère sous-clavière, le pneumogastrique, la carotide primitive, l'*œsophage* qui, dans beaucoup de cas, dépasse nettement à gauche la trachée au point même (comme nous l'avons vu dans trois cas) d'avoir son bord droit au contact du bord trachéal gauche; la corne supérieure gauche est enfin en rapport avec le *nerf récurrent* et le bord gauche de la trachée.

3. La corne supérieure gauche *remonte jusqu'au corps thyroïde* dans un certain nombre de cas (10 dans notre statistique), mais nous croyons que la substance glandulaire proprement dite ne remonte jamais si haut : il s'agit plutôt d'un moyen de fixation assez énergique dépendant de l'aponévrose d'enveloppe et servant parfois de passage à quelques minces vaisseaux.

([1]) *Macroscopie du thymus chez l'enfant* (*Bulletin de la Société anatomique de Paris,* séance du 31 mai 1901); *Considérations sur l'anatomie macroscopique du thymus chez l'enfant* (*Revue mensuelle des Maladies de l'enfance,* septembre 1901).

4. Un des deux lobes, surtout dans les premiers temps de la vie, glisse fréquemment sur son voisin au niveau de l'adossement conjonctif médian; par suite, si la *corne supérieure droite est la plus élevée*, la *corne inférieure gauche est la plus basse*, et réciproquement à la corne inférieure droite, plus basse, correspond la corne supérieure gauche plus élevée, ce qui est le cas le plus fréquent....

Quant à l'extrémité inférieure (du thymus), formée par les cornes inférieures, qui manquent dans bon nombre de cas, nous l'avons vue, chez quelques sujets, *arriver jusqu'au diaphragme*, mais ici encore il est excessivement rare que la substance glandulaire elle-même descende si bas : ce n'est guère qu'un tractus fibreux de fixation.

5. Les faces latérales (du corps du thymus) sont en rapport avec les faces internes des poumons dont les séparent les plèvres médiastines, ainsi qu'avec les *nerfs phréniques* et les vaisseaux qui les accompagnent; la plupart des auteurs admettent que le *phrénique gauche* n'entre pas en rapport immédiat avec le thymus : *nous croyons pouvoir affirmer que c'est là une exception;* dans toutes nos observations, sauf quatre, nous avons trouvé le rapport constant.

Nous avons également noté ceci qui n'avait jamais été signalé par personne : la présence, à peu près sur le même plan que les vaisseaux mammaires internes, immédiatement en avant de la lame aponévrotique antérieure (portion de l'enveloppe thymale), de deux veines, d'une artère et d'un nerf, tous les quatre de volume minuscule; l'artère et les veines sont des branches des vaisseaux qui flanquent latéralement le nerf phrénique et vont se perdre à la surface du diaphragme, le *petit nerf en question étant lui-même un rameau du phrénique.*

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *Nouvelles recherches cytologiques sur l'autolyse aseptique du foie.* Note de M. **L. Launoy**, présentée par M. E. Roux.

Étant donné le rôle prépondérant qu'on tend à reconnaître aux phénomènes autolytiques dans la genèse de nombreuses manifestations physiologiques ou pathologiques de la vie cellulaire, il ne paraît pas sans intérêt d'essayer d'en préciser la nature.

A cet égard, les recherches chimiques et cytologiques poursuivies dans ces dernières années sur l'autolyse antiseptique ou aseptique, en milieu liquide (solution de NaCl à 0,9 pour 100) des organes séparés du corps, fournissent des documents dont les conclusions sont souvent contradictoires; elles nous autorisent à dire que, sur le mécanisme du processus autolytique, deux théories essentiellement différentes sont formulées.

Du point de vue chimique, la désintégration autolytique résulte tout entière de l'action combinée de diastases endocellulaires [1]; du point de vue

---

[1] L. Launoy, *L'autolyse des organes et les ferments endocellulaires* (*Bull. Inst. Past.*, 15 et 30 avril 1908).

cytologique, quelques chercheurs s'appuyant sur les travaux d'Albrecht, Dietrich et Hegler en particulier, soutiennent au contraire que la connaissance du jeu naturel de phénomènes physiques simples (osmose) suffit à l'interprétation de la majeure partie des désordres morphologiques constatés au cours de l'autolyse aseptique. Il est vrai que certaines modifications de structure, provoquées expérimentalement par le contact prolongé, sur des cellules diverses, de solutions salines hypo ou hypertoniques, et même isotoniques, sont très comparables aux altérations autolytiques. Mais les études que j'ai faites sur ce sujet m'ont démontré que de telles lésions cellulaires, pour si graves qu'elles soient, n'aboutissent jamais à la formation d'emblée de corps myéliniques, quand on opère à température relativement basse : 8°-15° (1).

Les corps myéliniques, seuls caractéristiques de la nécrose autolytique, ne se forment assez rapidement (24 heures) qu'à la température de 38°, c'est-à-dire dans les meilleures conditions d'activité des enzymes digestifs d'origine animale. Leur présence permet donc d'établir une différenciation absolue entre les lésions de plasmolyse et les lésions d'autolyse.

D'autre part, si l'action catalytique, activante ou inhibitrice (2), exercée par certains sels sur l'autolyse du foie peut être définie, comme le résultat d'une modification de la perméabilité cellulaire, d'autres faits expérimentaux paraissent difficilement compatibles avec une doctrine purement physique de l'autolyse; telles sont : d'une part, la longue période latente de 20-24 heures (3) pendant laquelle, à 38°, la structure de la cellule s'altère sensiblement fort peu; d'autre part, l'apparition brusque, explosive, des corps myéliniques.

On reconnaîtra que ces faits présentent d'étroites analogies avec des actions enzymatiques connues.

Les expériences qui font l'objet de cette Note, réalisées dans le but de rechercher :

1° La température d'action optimum des phénomènes autolytiques;

2° Les altérations de la cellule hépatique consécutive à sa privation d'électrolytes, ainsi que la façon dont s'autolysent les cellules du foie placées dans ces conditions, plaident en faveur de l'hypothèse enzymatique.

---

(1) L. Launoy, *Contribution à l'étude histo-physiologique de l'autolyse aseptique du foie* (*Ann. Inst. Past.*, t. XXIII, janvier 1909, p. 1).

(2) L. Launoy, *C. R. Soc. Biol.*, t. LXII, 1907, p. 487 et 1175.

(3) L. Launoy, *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIV, 1908, p. 32.

1° *Recherche de la température optimum.* — J'ai démontré antérieurement que le chauffage à 55° pendant 30 minutes inhibe d'une façon remarquable les actions autolytiques. De récentes expériences me permettent de dire que la cellule hépatique placée à 50°, dans le NaCl 0,9 pour 100, ne subit aucune modification caractéristique de nécrose autolytique; même après 17 heures, la cellule ne renferme aucun corps myélinique. Il n'en est pas de même pour les cellules s'autolysant à 45°. Déjà après 5 heures, mais surtout après 17 heures, il en est qui renferment de nombreux corps myéliniques. D'ailleurs, les cellules en dégénérescence autolytique sont en quantité restreinte. Quand on prolonge l'action de la température pendant 68 heures, le nombre des cellules autolysées augmente peu. Nous savons cependant qu'à 38°, déjà après 28-36 heures, toutes les cellules d'un fragment de foie se trouvent, sans aucune exception, remplies de corps myéliniques.

Ces résultats démontrent qu'à 45°, la période latente de dégénérescence autolytique est raccourcie, et nous pouvons dire que cette température est la température optimum; ils démontrent également que les causes tenant la nécrose autolytique sous leur dépendance n'agissent à cette température que d'une façon temporaire. Dans l'hypothèse enzymatique, ils concordent manifestement avec ce que nous savons de l'allure des phénomènes diastasiques, pour le plus grand nombre desquels la température optimum d'action (en fonction du temps) et la température de destruction des ferments se trouvent le plus généralement très rapprochées l'une de l'autre; dans le cas particulier, elles paraissent se confondre.

2° *Action de la privation d'électrolytes.* — Dans le but de priver, dans la mesure du possible, les cellules hépatiques des sels qu'elles renferment à l'état libre ou liés à leurs constituants protéiques, j'ai fait dialyser à la glacière, contre l'eau distillée, de très petits fragments de foie renfermés dans des sacs de collodion. On dialysait pendant 48 heures, en renouvelant plusieurs fois le liquide extérieur. Après ce temps, l'appareil tout entier était porté à l'étuve à 38°; la dialyse se continuait à cette température.

Je n'ai pas à m'étendre ici sur les lésions plasmolytiques bien connues, attribuables à l'action de l'eau distillée, et d'ordre purement physique. Je fais simplement remarquer que dans ce cas, pour lequel, comme dans le précédent d'ailleurs, les conditions de la perméabilité cellulaire sont bouleversées, on ne trouve pas de corps myéliniques, même après 32-40 heures d'étuve. Cependant, les éléments cellulaires sont bien reconnaissables; ils présentent de la dégénérescence granuleuse, de la vacuolisation, de la caryolyse; les corps chromatiniens exsudés du noyau sont encore safranophiles; ils ne réduisent aucunement l'acide osmique.

Ceci nous indique donc que, pour s'accomplir, les phénomènes d'autolyse exigent la présence d'un électrolyte. En effet quand, au sortir de la glacière, on interrompt la dialyse contre l'eau pour la continuer à l'étuve contre une solution NaCl, de concentration 0,9 pour 100, la dégénérescence autolytique apparaît d'une façon normale et se définit aisément par la présence des corps myéliniques.

Des expériences de dialyse prolongée contre le saccharose $\Delta = -0^{\circ},55$ aboutissent aux mêmes conclusions.

Les nouveaux caractères de l'autolyse aseptique du foie, que je viens d'étudier, trouvent leurs équivalents dans certaines actions diastasiques.

MÉDECINE. — *Recherches sur la contagion de la tuberculose par l'air.* Note de MM. **Le Noir** et **Jean Camus**, présentée par M. Bouchard.

Des travaux récents ont remis en discussion la question de la contagion de la tuberculose par l'air, qui semblait définitivement résolue.

Il suffit de se reporter aux comptes rendus de la dernière Conférence tenue à Vienne (18 au 21 septembre 1907) pour s'apercevoir que les opinions les plus contradictoires sur ce sujet sont encore soutenues à l'heure actuelle.

En présence de ces contradictions, le Congrès de Washington inscrivait encore cette question à son programme en septembre dernier.

Nous avons eu ainsi un double intérêt à reprendre cette étude, d'abord parce qu'il y avait désaccord sur plusieurs points entre les auteurs et, d'autre part, un certain nombre d'expériences anciennes ayant été faites dans des conditions hygiéniques défectueuses, il était logique de se demander si les progrès de l'hygiène et l'éducation des malades n'avaient pas diminué les chances d'infection.

Toutes nos recherches [1] ont été faites par la méthode des inoculations au cobaye, procédé beaucoup plus fidèle que celui de l'examen direct; nous avons expérimenté sur plus de 100 cobayes, tous sacrifiés et autopsiés avec soin.

Les investigations ont été poursuivies presque en totalité dans une salle de tuberculeux de l'hôpital Saint-Antoine.

Cette salle mesure : $20^{m},30$ de longueur, $3^{m},66$ de largeur, $4^{m},60$ de hauteur, soit un cube d'environ 341^{m^3}; elle est munie de cinq larges fenêtres par la partie supérieure desquelles l'aération est pratiquée d'une façon à peu près continue jour et nuit. Cette salle contient treize lits fixes et deux ou trois brancards, tous occupés par des tuberculeux qui, pour la plupart, crachent et ont des bacilles dans leurs crachats.

1° Nous avons filtré l'air de cette salle par des procédés divers, bourres de coton, bourres de sucre, barbotage avec le tube de Villiers et centrifugation des poussières.

---

(1) Voir *Société de Biologie*, 17 octobre 1907, 21 novembre 1908, 12 décembre 1908, 19 décembre 1908.

Avec ce dernier procédé de filtration, fonctionnant d'une façon continue pendant plusieurs jours, nous avons fait passer jusqu'à 53000^l d'air.

Les résultats de l'inoculation de ces produits de filtration ont été dans tous les cas négatifs, aucun cobaye n'est devenu tuberculeux.

2° Nous avons recherché (par inoculation au cobaye) le bacille tuberculeux dans les cavités nasales des médecins, des étudiants en médecine, des infirmiers et infirmières préposés aux soins des malades de cette salle.

Contrairement aux expériences de Strauss (qui sans doute avaient été faites dans des conditions hygiéniques différentes), aucun de nos cobayes inoculés ne contracta la tuberculose.

3° Des poussières de la même salle, recueillies à différentes hauteurs ont été inoculées à des cobayes, et nous avons constaté que ces poussières soit gardées à l'ombre, soit exposées quelques jours au soleil, contenaient des bacilles tuberculeux virulents capables de donner la tuberculose aux cobayes.

A côté de quelques faits positifs, nous devons remarquer cependant que la plupart des inoculations sont restées négatives, ce qui indique que les bacilles tuberculeux contenus dans les poussières de notre salle étaient peu nombreux ou peu virulents.

Des poussières exposées 33 jours à la lumière du laboratoire n'ont pas provoqué la tuberculose chez les cobayes.

Il ressort toutefois de ce troisième groupe d'expériences que les poussières d'une salle bien tenue, bien aérée, de tuberculeux constituent un danger réel.

4° Nous avons, dans d'autres expériences, constaté que l'adjonction de poussières à des crachats bacillifères n'a pas exalté la virulence de ces derniers ni en agissant comme corps étrangers (poussières bouillies), ni par les germes d'infections banales qu'elles contenaient (poussières non bouillies). Cependant, ces derniers, après plus d'un mois, étaient encore pafaitement virulents, car ils ont tué des cobayes d'infection suraiguë. Il est même remarquable que les agents de ces infections banales ne furent pas atténués par la dessiccation ni par le temps, alors que les bacilles tuberculeux, quoique encore virulents après plus d'un mois, l'étaient notablement moins qu'au début.

5° Dans un dernier groupe d'expériences, nous avons fait vivre trois lots de cobayes pendant plusieurs semaines dans la même salle de tuberculeux. Le premier lot était placé sur le parquet dans une cage largement ouverte et les malades pouvaient toucher aux cobayes, leur donner à manger, etc. Le deuxième lot était placé également sur le parquet, dans une cage fermée par deux épaisseurs de grillage, dont une toile métallique fine: cette cage était munie d'un cadenas et les cobayes ne pouvaient avoir aucun contact avec les malades. Le troisième lot fut mis dans une cage fixée au voisinage du plafond.

Dans le premier lot, 1 cobaye sur 4 devint tuberculeux, dans le deuxième lot, 1 sur 5, et dans le troisième lot, 2 sur 3.

On pouvait penser *a priori* que les cobayes du premier groupe seraient infectés beaucoup plus facilement que les autres, et il est permis de supposer que celui des cobayes de ce groupe qui a été infecté l'a été autrement que par l'air. Cette supposition n'est plus possible pour les cobayes des autres groupes qui n'avaient, avec les tuberculeux, d'autres liens que l'air de la salle. C'est donc bien par l'air que ceux qui sont devenus tuberculeux ont été infectés, et ceci, non pas par des particules humides, non pas par des poussières lourdes tombant rapidement sur le sol, mais par des poussières légères, transportables par l'air jusqu'au plafond et dans tous les coins de la salle. Quant à la voie qu'a suivie le bacille chez ces cobayes infectés dans la salle, c'est un point difficile à résoudre. Notons cependant que les animaux devenus tuberculeux ont tous présenté des lésions avancées de tuberculose abdominale (rate et ganglions) paraissant chez certains plus anciennes que les lésions thoraciques; chez aucun nous n'avons trouvé de lésions thoraciques isolées. Les voies lymphatiques ont paru, d'autre part, particulièrement intéressées, puisque 3 cobayes sur 4 avaient, loin des portes naturelles de l'infection, des adénites inguinales déjà caséeuses chez deux d'entre eux. Il est possible que nos animaux aient été tuberculisés par des poussières dégluties; nous ne voulons pas prendre parti, dans cette intéressante discussion, avec ce petit nombre de faits positifs. Il importe d'ailleurs peu, au point de vue pratique qui nous occupe seul en ce moment, que les poussières soient inhalées ou dégluties.

Ce que nous pouvons affirmer, c'est que, conformément à l'opinion classique ancienne, la tuberculose est contagieuse par l'air et par les poussières desséchées, et ceci à plusieurs mètres de distance du lit des tuberculeux.

Sans doute, il ne faut pas exagérer la phobie du bacille tuberculeux, et nos résultats sont, dans une certaine mesure, plus consolants que ceux d'autres auteurs, en particulier que ceux de Strauss. Remarquons pourtant que la salle de tuberculeux dans laquelle ces recherches ont été effectuées représente à l'heure actuelle, par ses conditions hygiéniques, une très bonne moyenne parmi les salles des hôpitaux de Paris; néanmoins, la contagion de la tuberculose par l'air semble s'y faire assez aisément puisque 4 cobayes sur 12 ont contracté la tuberculose.

Les recherches entreprises dans ces dernières années sur l'infection tuberculeuse par les voies digestives sont du plus haut intérêt, mais il serait

regrettable qu'elles détournassent l'attention du danger très réel d'infection par l'air, et que les mesures qui ont pour but de diminuer cette dernière contagion subissent un temps d'arrêt.

MÉDECINE. — *De la durée des effets hypotenseurs de la d'Arsonvalisation.* Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

Les propriétés hypotensives de la d'Arsonvalisation sont aujourd'hui établies cliniquement d'une façon irréfutable, mais l'accord est loin d'être fait sur la persistance des abaissements produits : pour les uns, en tête desquels il convient de citer M. Moutier, cet abaissement est durable; pour d'autres, qui d'ailleurs n'apportent aucune preuve à l'appui de leur opinion, il n'est que passager. Il était donc utile d'instituer des recherches pour savoir si ces effets de détente sont durables ou non et, dans ce dernier cas, quelle en est la durée et quelles sont les causes qui les font cesser.

J'ai commencé, en 1906, des recherches à ce sujet et je me suis astreint à suivre de près et pendant un long espace de temps les malades soumis à la d'Arsonvalisation et détendus par elle.

On trouvera dans le Tableau suivant les relevés des mesures de tension que j'ai faites sur 27 hypertendus, traités avec succès, et dont le traitement remonte au moins à 18 mois. Je ne rapporte ici que des cas heureux, car je me réserve de parler prochainement des insuccès et des cas anormaux que j'ai rencontrés.

Numéros d'ordre.	Tensions avant le traitement.	Nombre des séances.	Tensions après le traitement.	1906. — Trimestres.				1907. — Trimestres.				1908. — Trimestres.			
				I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1...	**27**	12	15	»	15	15½	15	15	15	16	15	14	15	15	15
2...	**26**	15	15½	»	15½	15	15	16	16	16	15	Mort en janvier, à l'âge de 73 ans, de pneumonie infectieuse.			
3...	**29½**	12	16	»	15	15½	15½	16	15	16½	16	»	16	»	15
4...	**26**	5	15½	»	»	15	14	**21**	15	15	14	14	14½	»	16
5...	**32**	10	16	»	»	»	»	15	15	14	14½	14	**19**	15½	15
6...	**22**	8	15	»	»	»	»	»	15	15	15	17	**20**	15	15½
7...	**24**	6	16½	»	»	»	»	»	14	15½	**18**	14	15½	15½	15
8...	**21**	9	15½	»	»	»	»	»	**18½**	15½	15½	15	15	15½	15½
9...	**25**	13	14	»	»	»	»	»	»	14½	15	15	15½	15½	16
10...	**20**	10	25	»	»	»	»	»	»	16	17	17	**17½**	**18**	**18**

Numéros d'ordre.	Tensions avant le traitement.	Nombre des séances.	Tensions après le traitement.	1906. Trimestres. I.	II.	III.	IV.	1907. Trimestres. I.	II.	III.	IV.	1908. Trimestres. I.	II.	III.	IV.
11...	**27**	6	15	»	»	»	»	»	»	15	15½	15	15½	16	15
12...	**23**	5	15½	»	»	»	»	»	»	15	14½	14½	15	14½	15
13...	**22**	5	15	»	»	»	»	»	»	15	16	16	16½	16	16
14...	**19**	6	15	»	»	»	»	»	»	15	15½	14	14	15½	15½
15...	**25**	4	16	»	»	»	»	»	»	15½	17	15½	16	15½	16
16...	**22**	6	15	»	»	»	»	»	»	15	15	15	16½	15	16
17...	**29**	5	14½	»	»	»	»	»	»	15	14	14	14½	15½	15
18...	**26**	7	15	»	»	»	»	»	»	16	15	14	15	15	14
19...	**21**	2	16	»	»	»	»	»	»	15	15	16	15½	15½	16
20...	**24**	5	15	»	»	»	»	»	»	15	16	16	**19**	14	14½
21...	**27**	4	14½	»	»	»	»	»	»	14	14½	15	14½	16	15
22...	**25**	7	16	»	»	»	»	»	»	15	15½	16	15½	15	16
23...	**22**	3	15	»	»	»	»	»	»	14½	16	**20**	16	15	18
24...	**20**	8	14½	»	»	»	»	»	»	15	15	15½	15½	16	15
25...	**32**	6	15½	»	»	»	»	»	»	16	15½	14	14	14	14½
26...	**21**	5	16	»	»	»	»	»	»	15½	15½	16	15½	**19**	15
27...	**23**	4	14	»	»	»	»	»	»	15	15½	15	»	16	15

Pour tous ces malades, le traitement a été sensiblement le même, à cette différence près que pour les 10 premiers je me suis un peu écarté de la technique que M. Moutier nous a fait connaître, car pour eux je faisais des séances relativement longues. Pour les 17 derniers j'ai suivi strictement, au point de vue de la durée des séances, les conseils de M. Moutier.

L'intensité du champ magnétique oscillant employé a varié entre 200000 et 310000 gauss à la seconde et par centimètre carré (c'est-à-dire que dans ces champs il passait en 1 seconde et par centimètre carré de la section droite de la cage de 200000 et 310000 unités C. G. S. de champ magnétique).

Ces malades n'ont été soumis à aucune médication adjuvante, ni à aucun régime spécial; je me suis contenté de leur interdire l'usage de la viande au repas du soir, et celui de l'alcool. Je ne suis pas sûr d'avoir toujours été bien obéi.

On voit que pour 18 de ces malades l'abaissement obtenu par une seule série de séances s'est maintenu jusqu'à la fin de 1908, c'est-à-dire pendant environ 18 mois, sans qu'il ait été nécessaire d'intervenir de nouveau.

Pour 9 autres, la tension s'est relevée depuis la fin de la première série d'applications et a nécessité une nouvelle intervention électrique. Ce relèvement de la tension s'est produit à des époques très différentes : 3, 9 et 12 mois après la fin de la première série de d'Arsonvalisations. Ce relèvement n'a jamais été bien considérable et a cédé à un nombre très restreint de nouvelles séances (de 1 à 4).

Ces relèvements peuvent être attribués à deux ordres de phénomènes distincts : pour les uns à un surcroît de travail intellectuel, de préoccupations ou de chagrins. Par exemple, dans l'observation 23, la tension 20 a été observée à la suite d'une grande douleur morale causée par la perte d'une enfant très chère; dans les observations 4 et 5, c'est à la suite de grosses et persistantes préoccupations financières que les tensions 21 et 19 ont été constatées; pour les observations 8, 20 et 26, les relèvements de la tension ont suivi une assez longue période de surcroît de travail intellectuel.

Je n'ai jamais constaté que des écarts de régime, même importants, aient amené une augmentation de la tension artérielle, du moment qu'ils ne causaient aucun trouble intestinal. Au contraire, chaque fois que ces écarts de régime ramenaient ou produisaient de la constipation (obs. 6 et 10), ils ramenaient, en même temps, une élévation de la tension artérielle.

En résumé, comme l'a annoncé M. Moutier, la détente produite par la d'Arsonvalisation est en général durable et persiste tant que les détendus se maintiennent dans de bonnes conditions d'hygiène physique, morale et intellectuelle.

CHIRURGIE EXPÉRIMENTALE. — *Résultats immédiats et résultats éloignés de la suture artério-veineuse.* Note de M. **Albert Frouin**, présentée par M. Dastre.

En 1904 [1] j'ai présenté au Congrès de Physiologie de Bruxelles 3 chiens chez lesquels j'avais suturé, 5 semaines auparavant, les deux bouts de la carotide gauche préalablement sectionnée. Les pièces ont été enlevées devant les membres du Congrès, qui ont pu constater la perméabilité des vaisseaux. J'ai fait ces sutures au moyen de points perforants; c'est le procédé qui, jusqu'à cette époque, avait été le moins employé.

Dans la *Presse médicale* (30 décembre 1905), un expérimentateur, Carrel, annonçait qu'il avait fait, en collaboration avec Guthrie, treize anastomoses artério-veineuses qui toutes avaient été couronnées de succès. Il semble que les expériences de ces auteurs aient été entreprises pour montrer la possibilité de l'opération pour elle-même, de la suture artério-veineuse.

---

[1] A. Frouin, *Sur la suture des artères* (*démonstration*) (*Arch. internat. de Physiol.*, t. II, p. 83).

Les sutures artério-veineuses que j'ai réalisées avaient un but. C'était, d'une part, d'étudier les résultats de l'interversion fonctionnelle des vaisseaux dans certains organes; d'autre part, d'étudier l'influence de l'augmentation de la pression veineuse sur le fonctionnement du cœur et sur la circulation générale. Pour ce dernier objet, j'ai sectionné les carotides, lié les bouts périphériques, et implanté le bout central de chaque artère dans la jugulaire. La plus grande partie du sang retournait donc dans l'oreillette droite avec une grande vitesse et sous une forte pression. Je ne parlerai pas aujourd'hui de cette catégorie d'expériences.

Pour étudier les conséquences de l'interversion fonctionnelle des vaisseaux, j'ai expérimenté sur des organes à territoire vasculaire limité : le cerveau et le rein. Je ne rapporterai dans cette Note que les résultats immédiats et les résultats à longue échéance des expériences faites sur le cerveau.

Résultats immédiats. — J'ai sectionné la carotide primitive et la jugulaire du côté gauche, puis j'ai anastomosé le bout central de la carotide avec le bout périphérique de la veine, et le bout périphérique de la carotide avec le bout central de la jugulaire. Huit jours après, j'ai répété la même opération sur la carotide et la jugulaire du côté droit ; de plus, j'ai lié les deux vertébrales. Dans ces conditions, le cerveau et tous les organes de la tête recevaient du sang artériel par le bout périphérique de la jugulaire anastomosé au bout central de la carotide; tandis que le sang veineux retournait au cœur droit par le bout périphérique de l'artère anastomosé avec le bout central de la veine. Les animaux supportent bien ces opérations ; ils ne présentent qu'un œdème passager. Cet œdème est déjà très apparent au bout de 12-15 heures : il augmente pendant 48-72 heures, puis disparaît en 5 ou 6 jours. Au bout d'un mois, j'ai dénudé les vaisseaux anastomosés ; j'ai constaté que le sang artériel circulait réellement dans le bout périphérique de la jugulaire.

J'ai pu, grâce à l'obligeance de M. le professeur François Franck, prendre le tracé du pouls artériel sur l'artère et sur la veine. Ces deux tracés sont tout à fait semblables.

Cependant, il s'était établi une circulation artérielle collatérale. En effet, la ligature des deux jugulaires dans la partie qui reçoit le sang artériel ne provoque aucun trouble chez ces animaux auxquels on avair lié les deux vertébrales un mois auparavant.

Pour éviter l'influence des circulations collatérales, j'ai fait toutes ces opérations en un seul temps. Dans ces conditions, l'animal ne survit que pendant 8 à 10 heures. La mort n'est pas due à un arrêt de la circulation : elle est causée par l'œdème qui se produit après la suture artério-veineuse et qui s'oppose à la nutrition des tissus. Dans cette expérience, la survie de l'animal pendant 8 à 10 heures prouve qu'il y a bien interversion fonctionnelle des artères et des veines. J'ai montré que cette interversion fonctionnelle est immédiate [1]. En effet, si, chez les animaux opérés en un

[1] *Société de Biologie,* 27 juin 1908, p. 1166.

seul temps, on place des ligatures temporaires sur les deux jugulaires qui reçoivent le sang artériel, les animaux présentent des troubles symptomatiques au bout de 45 secondes. Ces symptômes disparaissent immédiatement après l'enlèvement des ligatures. Si l'on place des ligatures définitives sur les deux jugulaires qui reçoivent le sang artériel, la mort survient en 4 ou 5 minutes.

La démonstration de l'interversion fonctionnelle des vaisseaux est donc faite, c'est-à-dire qu'à la suite de l'anastomose d'une artère et d'une veine, après section complète, *le sang artériel circule dans la veine du centre vers la périphérie et que cette circulation peut servir à la nutrition des tissus.*

Résultats éloignés. — Sur trois animaux auxquels j'avais fait la suture des deux carotides avec les deux jugulaires et les ligatures des deux vertébrales, j'ai pu sentir le pouls artériel dans les veines jugulaires respectivement pendant 2, 3, et 6 mois après l'opération. Chez les deux premiers animaux, 3 semaines après la disparition du pouls dans la veine, j'ai dénué les vaisseaux anastomosés, j'ai constaté une oblitération de ces vaisseaux sur une longueur de 1^{cm} à 2^{cm} au niveau de l'anastomose. Chez le troisième animal, les pièces ont été enlevées au bout d'une année. L'oblitération existait comme dans les deux cas précédents. Les parois des veines qui reçoivent le sang artériel sont épaissies et sclérosées sur une certaine longueur.

Les faits que je viens de rapporter établissent que le système veineux peut, en quelque sorte, remplacer mécaniquement et fonctionnellement, pendant un certain temps, le système artériel.

La possibilité d'anastomoser les veines avec les artères peut faire envisager des applications pratiques, parmi lesquelles j'ai cité le remplacement d'un segment artériel par un segment veineux dans le cas d'anévrysme, d'artérite limitée ou d'arrachement artériel. Expérimentalement la transplantation d'un segment veineux à la place d'un segment artériel a donné d'excellents résultats immédiats. Au bout de quelques jours ou de quelques semaines, on constate que la réunion est parfaite, que le vaisseau est perméable. Les parois de la veine transplantée se sont épaissies, la veine semble s'être artérialisée et adaptée à sa nouvelle fonction.

Cet épaississement s'est produit sans doute sous l'influence d'une irritation continue due à la pression sanguine. Il est probable que cet épaississement des parois veineuses continuera tant que subsistera la cause qui l'a provoqué, c'est-à-dire tant que se manifestera l'effet de la pression sanguine.

Des expériences en cours ainsi que l'étude histologique de la paroi veineuse me permettront, je l'espère, de montrer le mécanisme de l'épaississement des parois et de l'oblitération des vaisseaux. Mais on peut déjà affirmer que les résultats fonctionnels de la suture artério-veineuse sont différents suivant qu'ils sont envisagés à brève ou à longue échéance.

Bien que cela paraisse paradoxal, on peut dire que l'obturation définitive du segment veineux transplanté à la place d'un segment artériel *ne diminue en rien les applications pratiques qu'on est en droit d'attendre de cette méthode.* En effet, l'oblitération du segment veineux transplanté ne se produit que lentement et cette lenteur permet aux circulations collatérales de s'établir.

ZOOLOGIE. — *Sur les cristaux de la Blatte.* Note de M. P. **Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

On sait depuis longtemps que, dans les glandes sébifiques de la Blatte, se forment des cristaux qui, cimentés et disposés en deux ou trois strates superposés, forment la mosaïque de l'oothèque de la Blatte. Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 28 décembre 1908), M. L. Bordas dit que ce sont des *octaèdres de carbonate de chaux* et il établit leur nature chimique sur les deux observations suivantes : 1° les glandes sébifiques donnent, après dessiccation, un abondant dégagement d'acide carbonique par l'acide chlorhydrique ; 2° après calcination destinée à détruire la matière organique, le résidu est entièrement soluble dans l'acide azotique et la solution, traitée par l'oxalate d'ammonium en solution acétique, donne un abondant précipité d'oxalate de calcium.

En soumettant, sous le microscope, ces cristaux à l'action de divers réactifs, on peut s'assurer qu'ils sont solubles dans la potasse, solubles *sans dégagement gazeux* dans les acides chlorhydrique et azotique, insolubles dans l'acide acétique. Ces réactions démontrent qu'ils sont formés d'oxalate de calcium. Si, après dessiccation, il y a dégagement d'acide carbonique, c'est que l'oxalate s'est décomposé au contact des matières organiques.

Les cristaux de la Blatte sont donc formés d'oxalate de calcium. On peut même affirmer que c'est de l'oxalate à 6^{mol} d'eau de cristallisation. On sait en effet que ce corps est dimorphe, qu'il cristallise dans le système clinorhombique quand il contient 2^{mol} d'eau, et dans le système quadratique quand il en contient 6^{mol}. Or les cristaux de la Blatte sont des octaèdres quadratiques très obtus qui présentent constamment, sur les arêtes latérales, quatre petites facettes du prisme quadratique. Cela se voit très bien en faisant rouler les cristaux sous le microscope. Entre les prismes de Nicol, ces petits cristaux présentent deux extinctions. Les groupements de cristaux par deux, trois, quatre ou six ne sont pas rares ; ils sont parfois maclés et présentent alors l'aspect d'une étoile à huit branches. Les groupements par

six donnent l'impression d'une étoile à six branches. Lorsqu'on les traite par un acide, on remarque, après dissolution, une petite membrane mince qui les revêtait. Dans les cas de groupement des cristaux, il n'y a qu'une seule enveloppe pour tout le groupe. Cette membrane est un reste de la substance organique qui remplit les tubes à cristaux.

Je n'ai pas pu trouver d'oxalates dans les tubes de Malpighi de la Blatte, tandis que cette forme d'excrétion s'observe fréquemment chez d'autres Insectes.

ZOOLOGIE. — *Sur les divers types de stolons chez les Syllidiens, spécialement sur une nouvelle espèce* (Syllis cirropunctata, *n. sp.*) *à stolon acéphale, et sur la réobservation du stolon tétracère de* Syllis amica *Quatref*. Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Henneguy.

A la Station zoologique de Naples, l'élevage de Syllidiens m'a fourni quelques observations nouvelles ou complémentaires sur les stolons, dont les divers types gradués ont d'ailleurs trouvé des représentants parmi les espèces rencontrées.

1° *Stolon acéphale*. — Outre le stolon acéphale, jadis découvert à l'état de liberté par Albert [1] à Naples (où je l'ai moi-même revu, après de Saint-Joseph pour la Manche) chez *Syllis* (*Haplosyllis*) *hamata* Cl., j'ai trouvé dans la baie, entre la Station et Pausilippe, une espèce non encore décrite, il me semble, qui fournit un nouvel exemple [2] de stolon acéphale et pourvu (comme dans l'espèce précédente) d'une tache oculiforme sur les côtés de chacun de ses anneaux. Je me borne ici à indiquer les caractères principaux de ce type, pour lequel je propose le nom de *Syllis* (*Typosyllis*) *cirropunctata* n. sp.

Environ 1^{cm},5. Gris jaunâtre ; une bande moyenne foncée, plus ou moins interrompue en une tache au milieu et une tache de chaque côté ; de plus une ligne à la limite des

(1) Albert (*Mittheil. Z. St. Neapel*, t. VII, 1886-1887) nomme cette espèce *H. spongicola* Gr., parce qu'il identifie *H. hamata* Cl. à soies simples avec l'espèce plus ancienne de Grube, *S. spongicola*, malgré l'indication (? erronée) par cet auteur de soies composées aux derniers anneaux.

(2) Pruvot (*Comptes rendus*, t. CVIII, 1889 et t. CXXXIV, 1902) fait allusion à une *Syllis* (*Typosyllis*) « *densa* » à stolon acéphale, paucisegmenté, dépourvu lui-même de produits génitaux ; mais cette espèce n'a pas été autrement décrite. D'autre part, la forme trapue, qu'indique son nom, ne répond pas à mon espèce.

anneaux; toutes ces taches s'atténuant vers la partie postérieure du corps; ventralement, de chaque côté, des dessins orangés (probablement néphridies) en un arc et, à la base des parapodes, une tache; les cirres dorsaux pointillés de petites taches noires, transversales et rectangulaires. Soies à serpe pectinée et unidentée; les soies les plus courtes des faisceaux à serpe plus courte et plus crochue. Les quatre yeux céphaliques disposés en ligne droite. Trompe à dent tout à fait antérieure. Proventricule dans les segments 9 à 15, avec 30-35 rangées. — Stolon, d'abord rougeâtre en un réseau, puis pourpre, enfin très foncé, ordinairement violet; des taches oculiformes à la plupart des anneaux sur un mamelon de la base de chaque parapode; les longues soies capillaires dorsales formées, il frétille et enfin se libère à l'état acéphale.

Le stolon n'a que peu de segments (7 à 16, d'après une quinzaine de stolons observés); il est formé de la queue régénérée à la suite d'une stolonisation antérieure, à laquelle s'ajoute dans la moitié des cas 1 à 3 anneaux anciens acquérant aussi longues soies et taches oculiformes. La séparation du stolon est hâtive : le régénérat, encore jeune et transparent, ordinairement en 1 ou 2 jours mûrit, c'est-à-dire se colore et acquiert de longues soies et des taches, puis rapidement devient très foncé, se détache et se détruit, de manière que souvent sa phase définitive et libre échappe à l'observation. Les produits génitaux sont surtout dans la souche, ouverte par la séparation du stolon; ceux-ci ne sont cependant pas toujours inutiles en eux-mêmes, car j'en ai vu éliminer des œufs. Sur cette espèce, j'ai pu suivre en élevage la production successive des stolons par la même souche.

2° *Stolon tétraglène*, la tête n'étant encore représentée que par deux tubercules bioculifères. *Trypanosyllis zebra* : simple confirmation des caractères connus.

3° *Stolon dicère* (type *Chætosyllis*), la tête portant, outre les tubercules oculifères, une paire d'antennes latérales. Chez *Syllis* (*Typosyllis*) *vittata* j'ai suivi en élevage des successions de stolons aux dépens de la même souche, et j'ai vu la stolonisation apparaître même sur des fragments postérieurs ou moyens obtenus par sectionnement. Le stolon a ordinairement une vingtaine de segments (écarts observés 14 à 26), dus partie à la régénération caudale à la suite d'une stolonisation antérieure, partie à des anneaux anciens, en sorte que chaque stolonisation raccourcit la souche. Chez *Syllis* (*Typosyllis*) *prolifera* j'indiquerai seulement que l'antenne latérale du stolon est bien, suivant la règle, composée d'articles, après être passée par une forme simple, ce qui explique sans doute que cet état multiarticulé ait été ici contesté.

4° *Stolon tétracère*, la tête étant presque complète avec ses yeux, ses antennes latérales, ses palpes. La *Syllis* (*Typosyllis*) *amica* Quatref., chez laquelle de Quatrefages a découvert jadis la stolonisation, présente ce type,

que le nom de cette espèce sert à désigner; mais ce stolon n'a pas été, que je sache, revu depuis. Or, j'ai trouvé à Naples, relativement en abondance, surtout pour le sexe mâle, un Syllidien à stolon tétracère se faisant remarquer par le contraste chez le mâle de ce stolon rouge vif avec la souche d'un vert foncé plus ou moins brunâtre ; la comparaison avec les trois exemplaires types de de Quatrefages, dans la collection du Muséum, me porte à identifier avec la *Syllis amica* (1) mon espèce dont je donnerai cependant ici quelques caractères.

2^{cm}-3^{cm},5. Antérieurement jaunâtre ou rougeâtre, mais la plus grande partie vert foncé plus ou moins brunâtre grâce à l'intestin, sans dessins. Palpes assez longs, coalescents à la base, un peu écartés vers l'extrémité. Cirres dorsaux coniques, assez raides, diminuant en arrière, à vermicules très apparents. Soies à serpe pectinée et unidentée. Trompe jaunâtre grêle, à dent très antérieure. Proventricule dans les anneaux 11 à 15, avec une trentaine de rangées. Stolon : 0^{cm},5, rouge vif chez le mâle, vert foncé chez la femelle ; tétracère : antennes latérales et palpes ; soies capillaires commençant au deuxième sétigère.

La *Syllis vivipara* peut aussi exceptionnellement former un stolon (sans cesser d'être vivipare) : cela résulte de l'observation, depuis la publication de ma Note sur cette espèce (*Comptes rendus*, 21 décembre 1908), d'un individu du reste unique parmi ceux que j'ai pu récolter. Le cas habituel, mais non plus exclusif, est donc toujours celui de la sortie, par simple désagrégation de la partie postérieure, des larves se disséminant elles-mêmes, sans formation stoloniale préalable.

BIOLOGIE. — *Sur les cycles évolutifs d'un Scyphistome.* Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. Yves Delage.

Le Scyphistome d'origine inconnue que j'ai signalé à l'Académie le 14 décembre 1908 sous le nom de *Tæniolhydra* vivait dans l'aquarium de

(1) Cette identification n'est cependant pas certaine : à part le dessin de la tête du stolon, la description de de Quatrefages est très vague et ne pourrait guère compter sans les exemplaires du Muséum qui eux-mêmes sont très vieux ; cependant sur ceux-ci je reconnais quelques caractères de mon espèce, notamment la forme assez spéciale des cirres et, pour le reste, je ne vois pas de flagrant désaccord. Peu d'auteurs ont parlé de cette espèce. Mac Intosh (*Brit. Annelids*) identifie *Syllis amica* avec *Syllis armillaris* O.-F. Müller; mais, outre plusieurs divergences de sa description, au moins avec les exemplaires que j'ai observés vivants, il indique et figure comme stolon la forme *Joida*, forme pentacère à antenne médiane, qui ne convient au stolon ni de *Syllis amica* Quatref., ni de mes exemplaires.

Roscoff depuis quatre années sans éphyruler, mais en formant des kystes contenant une blastula tout à fait comparable à ce que Korotneff et Brauer ont fait connaître pour les œufs de l'Hydre d'eau douce. Ces kystes ouverts donnaient naissance à des embryons polypoïdes semblables aux Polypes ovariens des Méduses, car ils ne présentaient au début de leur développement que deux tentacules primaires, contrairement aux polypes de bourgeons nus qui forment toujours simultanément leurs quatre premiers tentacules. Comme, d'après ce que l'on connaissait jusqu'ici, aucun Scyphistome ne passait une aussi longue période sans éphyruler et que d'autre part des kystes de ce genre n'avaient été signalés chez aucune forme connue, il paraissait légitime de conclure, qu'on était en présence d'une forme nouvelle présentant un développement cœnogénétique, chez laquelle la maturité sexuelle native se manifestait avant que le Polype ait eu le temps de former son strobile.

De nouvelles observations m'ont permis de constater que *Tæniolhydra* n'est pas un genre nouveau, mais représente un cycle évolutif inconnu jusqu'ici, correspondant à un régime d'inanition et s'intercalant dans le cycle évolutif normal des Acraspèdes.

Les Polypes observés dans l'aquarium depuis 1904 trouvaient depuis cette époque, dans l'eau courante desservant les bacs où ils vivaient, une alimentation qui leur convenait et que l'on pouvait croire suffisante, puisqu'ils se multipliaient dans ce bac depuis plusieurs années : aussi, afin de les conserver dans leurs conditions normales, j'avais pris soin que ces conditions, qui leur semblaient favorables, soient respectées. Cependant, à la suite des travaux importants qui ont été faits dans l'aquarium de Roscoff pendant l'hiver 1907-1908, les tuyaux d'adduction d'eau ayant été déplacés et remis à neuf, la riche faune d'animaux sédentaires qui s'était développée dans leur intérieur et qui en obstruait presque la lumière avait disparu, et les qualités nutritives de l'eau d'adduction en furent très sensiblement modifiées. Aussi au printemps de 1908, époque à laquelle les Polypes rentrent d'ordinaire dans leur période d'activité, je m'aperçus qu'ils dépérissaient et que leur bourgeonnement était considérablement ralenti, et, dans la crainte de les voir disparaître, je résolus de les nourrir artificiellement.

Après divers essais, je choisis comme matière nutritive l'ovaire de *Strongylocentrotus lividus* et, 6 jours après, les individus soumis à ce traitement se mirent à bourgeonner activement. Mais leur activité ne s'arrêta pas à ce bourgeonnement intensif, car, à la fin de décembre 1908 et au commencement de 1909, les individus qui avaient été suralimentés pendant le mois d'août formèrent un rouleau médusaire et émirent des éphyras.

Il est à remarquer qu'un individu bourgeonné le 20 août finissait de libérer sa dernière éphyra le 26 décembre, c'est-à-dire 4 mois seulement après sa naissance, et sans avoir produit aucun bourgeon.

Le pouvoir de strobilisation n'est donc pas la propriété exclusive des

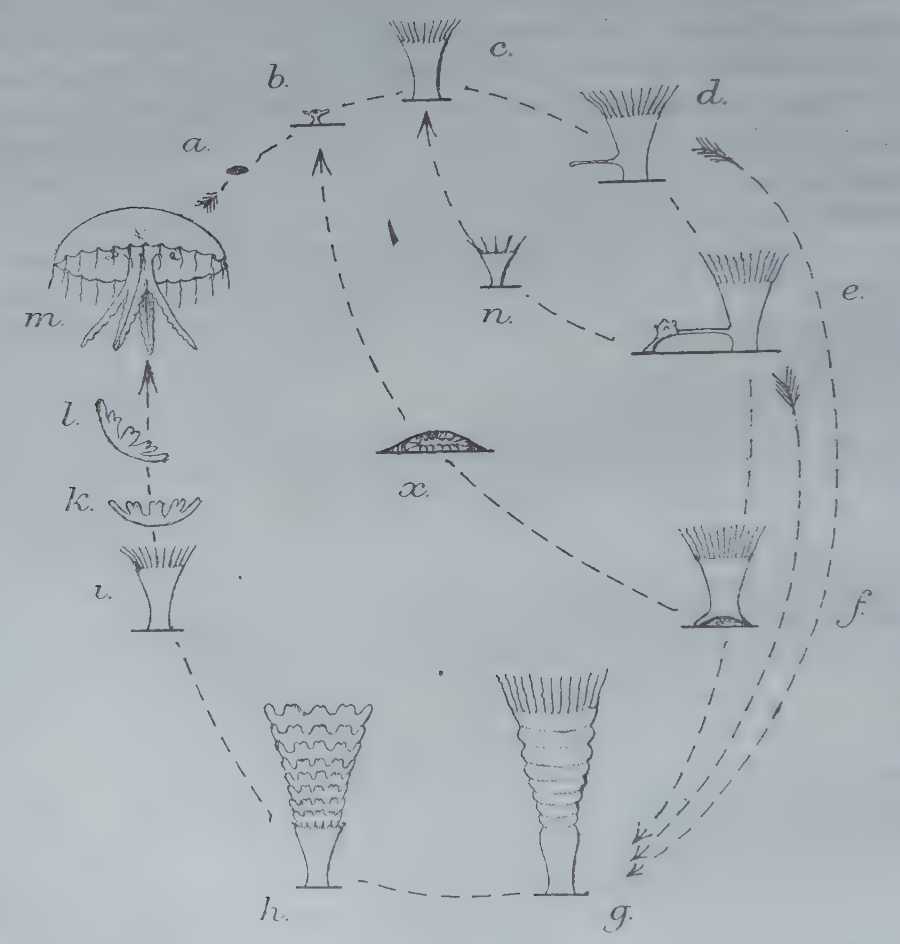


Fig. 1. — Schéma des cycles évolutifs : *a*, *b*, *c*, ..., *l*, *m*, cycle éphyrien; *n*, cycle asexué à bourgeonnement nu; *x*, cycle *Tæniolhydra* à bourgeonnement enkysté; *a*, planula; *b*, polype à deux tentatules; *c*, Polype; *d*, stade d'arpentage; *e*, bourgeonnement nu; *f*, polype formateur de statoblaste; *g*, strobile; *h*, rouleau éphyrien; *i*, souche libérée de ses éphyras; *k*, *l*, éphyras libres; *m*, Méduse; *n*, bourgeon nu; *x*, statoblaste.

Polypes âgés et peut exister chez les individus n'ayant pas fourni de générations asexuées. *Tæniolhydra* représente donc, suivant toute probabilité, un cycle asexué à développement lent pouvant être opposé au cycle du bourgeonnement nu qui est un cycle asexué à développement rapide.

La figure ci-dessus résume l'ensemble du développement et montre l'exis-

tence des trois cycles évolutifs distincts. Deux de ces cycles se rapportent à la reproduction asexuée et s'accomplissent sans que l'animal quitte sa forme larvaire : le premier (*c*, *d*, *e*, *n*) est le cycle du bourgeonnement nu et le second (*b*, *c*, *d*. *e*, *f*, *x*) le cycle *Tæniolhydra*, formateur de statoblastes. Le troisième cycle (*a*, *b*, *c*, ..., *m*), ou cycle éphyrien, se rapporte à la reproduction sexuée : au cours de ce cycle, le polype s'allonge en rouleau, se coupe transversalement en disques successifs (*h*) bordés de huit lobes bifurqués (éphyra) (*k*, *l*). Ces disques éphyriens se transforment successivement en Méduses sexuées (*m*), dont les œufs donnent un Polype à deux tentacules primaires comme le Polype statoblastique du cycle *Tæniolhydra*.

Les cycles asexués présentent une individualité suffisante pour pouvoir se continuer, au moins pendant plusieurs années consécutives, sans que le cycle sexué apparaisse. L'influence des saisons sur l'apparition du cycle sexué est dominée par le régime nutritif auquel le Polype est soumis. Quatre années consécutives d'un régime d'inanition ne suffisent pas pour faire perdre au Polype sa force latente de strobilisation.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de la houille à Gironcourt-sur-Vraine* (*Vosges*). Note de M. René Nicklès, présentée par M. Zeiller.

Il a déjà été rendu compte à l'Académie des Sciences, en 1905, des résultats obtenus dans les sondages de recherche du prolongement en Meurthe-et-Moselle du bassin houiller de Sarrebrück. Un nouveau sondage [1] entrepris par le Syndicat vosgien de recherches minières sur l'initiative de MM. Jean Buffet et Victor Sepulchre, sondage situé, non plus sur le prolongement de l'anticlinal de Sarrebrück, mais sur le flanc Sud du synclinal de Sarreguemines, a traversé à Gironcourt-sur-Vraine (Vosges), à 15^{km} à l'Ouest de Mirecourt, deux couches de houille aux profondeurs de 700^m et 823^m. La première constatation (8 décembre 1908) effectuée par MM. Vaudeville et Guillaume, Ingénieurs au Corps des Mines à Nancy, a fait connaître l'existence d'une couche de houille de $0^m,70$ à la profondeur de 700^m. L'analyse de la houille extraite a donné 32 pour 100 de matières volatiles. Cette houille vient donc se classer parmi les charbons gras; elle donne un coke

(1) Je prie MM. Jean Buffet et Victor Sepulchre, gérants du Syndicat vosgien de recherches minières, d'agréer mes remercîments sincères pour m'avoir autorisé à publier les résultats de ce sondage.

dur à éclat métallique : il est permis d'espérer qu'elle pourrait être utilisée pour la fabrication du coke métallurgique. La deuxième constatation (23 janvier 1909) a révélé l'existence d'une couche composée de deux bancs de charbon de $0^m,40$ et $0^m,20$ séparés par un banc de schistes de $0^m,40$.

La coupe des morts-terrains traversés par le sondage est la suivante :

	mètres
Sinémurien et Hettangien	20
Rhétien	30
Marnes irisées	144
Muschelkalk calcaire	120
Muschelkak marneux	44
Grès bigarré	54
Grès vosgien	108
Permien	162

Il est possible que les dernières assises traversées et attribuées ici à la base du Permien viennent un jour se placer dans le Houiller.

Au-dessous, le terrain houiller, traversé jusqu'à présent sur une épaisseur de 160^m, présente une analogie des plus grandes avec l'assise d'Ottweiler reconnue au sondage d'Abaucourt près de Nomeny : on pourrait presque dire qu'il lui est identique d'aspect. Comme à Abaucourt et à Mont-sur-Meurthe il est constitué par des schistes argileux tantôt rouge brun, tantôt gris noir; il présente, comme dans ces deux sondages, des intercalations importantes de grès feldspathiques gris clair ou même presque blancs.

Bien que la rareté et la mauvaise conservation des empreintes végétales ne permettent pas de fixer l'âge d'une façon positive, on peut cependant sans témérité considérer ces couches comme appartenant à l'étage d'Ottweiler.

La découverte de la houille à Gironcourt peut être grosse de conséquences au point de vue industriel, si, ce qui est encore nécessaire, de nouveaux sondages viennent révéler de nouvelles couches exploitables. Bien que je n'aie pas eu à donner d'avis sur l'emplacement de ce sondage, dont l'exécution avait été décidée dès le mois de janvier 1906, le choix de cet emplacement étant commandé par diverses considérations, je me permets de rappeler qu'en 1902 j'avais signalé l'existence de la houille comme possible au Nord de l'anticlinal des Faucilles [1]; je considérais en effet

---

[1] *De l'existence de la houille en Meurthe-et-Moselle, et des points où il faut la chercher*, 1902, p. 20 et 21. Nancy, Jacques.

tout le géosynclinal comme devant renfermer du Houiller dans sa profondeur. Mon opinion à ce sujet n'a jamais varié et j'ai, depuis, entrepris en détail l'étude de la tectonique de cette région. J'en ai dressé au 50 000e la Carte topographique souterraine rapportée à la surface supérieure du Rhétien, représentée par ses courbes de niveau à 5m d'équidistance. Cette Carte montre l'existence de dômes et de cuvettes aussi nets que fréquents : la région est, de plus, sillonnée par des failles importantes et assez nombreuses. Mon impression est aussi plus favorable au sujet de l'épaisseur des morts-terrains. Dans la coupe du sondage de Gironcourt le Grès vosgien n'a que 108m et le Permien 162m et peut-être moins. J'avais sensiblement prévu ces épaisseurs : dans une lettre adressée le 11 février 1908 à M. Jean Buffet, j'avais, me basant sur l'accroissement du coefficient de sédimentation, évalué de 50m à 100m l'épaisseur du Grès vosgien qui, aux affleurements, n'a que de 0m à 18m de puissance. Quant au Permien, dont rien ne pouvait faire présumer l'absence ou la présence (1), j'avais évalué son épaisseur possible de 0m à 200m, me basant, dans le cas de son existence, sur l'opinion émise par M. van Wervecke que cet étage diminue de l'Est à l'Ouest : le sondage en a traversé 162m. Si l'on compare ces chiffres aux épaisseurs constatées à Mont-sur-Meurthe, soit pour le Grès vosgien 320m et pour le Permien 700m environ, on remarque, pour la distance à vol d'oiseau de 50km, une diminution considérable, des deux tiers pour le Grès vosgien et de plus des trois quarts pour le Permien.

Ainsi que je l'ai dit, il s'agit ici du prolongement vers l'Ouest du synclinal de Sarreguemines où, à ma connaissance, aucune tentative de recherche de houille n'a jusqu'à présent atteint le Houiller, sauf le sondage de Mont-sur-Meurthe qui l'a rencontré vers 1200m (couches d'Ottweiler) avec veinule de houille non exploitable. Si la continuation du sondage de Gironcourt et des sondages nouveaux viennent révéler de nouvelles couches exploitables, on peut espérer, en raison de la diminution du Grès vosgien et du Permien, voir se créer des exploitations houillères à l'Ouest de la vallée de la Moselle jusqu'aux limites de la Haute-Marne. Il semble au contraire qu'en raison de la grande épaisseur de ces étages à l'Est, et de la profondeur trop grande du Houiller, la région de Mont-sur-Meurthe, Lunéville, Rambervillers doive, sauf peut-être en quelques rares points de la lisière méridionale, rester encore longtemps inaccessible.

Enfin, si l'étage de Sarrebrück se prolonge jusqu'au flanc Sud du syn-

(1) Le Permien n'existe pas près d'Epinal : le Trias y repose sur la granulite.

clinal de Sarreguemines et si les indications fournies par les plissements posthumes ne sont pas faussées, on pourrait espérer atteindre cet étage à moins de 700^m au Sud de Gironcourt, entre Gironcourt et la région de Vittel. Le relèvement des terrains secondaires vers le Sud semble l'indiquer nettement. Dans le cas où, par suite d'une transgression de l'étage d'Ottweiler, les couches de Sarrebrück n'existeraient pas sous Gironcourt, c'est, d'une façon générale, au Nord ou au Nord-Ouest, en se rapprochant légèrement de l'axe du synclinal, qu'on pourrait peut-être les recouper, malheureusement à une profondeur beaucoup plus grande.

M. J. Chaudier adresse une Note intitulée : *Sur la biréfringence des électrolytes et la structure des ions.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1909.

Skrifter af Carl von Linné, utgifna af Kungl. Svenska Vetenskapsakademien; IV. *Valda smärre skrifter af Botaniskt innehall;* I. Upsal, Almqvist et Wiksells, 1908; 1 vol. in-8°.

Traité de Mécanique rationnelle, par Paul Appell, Membre de l'Institut; 2e édition, entièrement refondue. Tome III. *Équilibre et mouvement des milieux continus;* avec une *Note* de MM. E. et F. Cosserat : *Sur l'action euclidienne.* Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Untersuchungen über Kohlenhydrate und Fermente (1884-1908), von Emil Fischer. Berlin, Julius Springer, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les Lépidoptères psychides et leurs plantes protectrices, par M. J. Künckel d'Herculais. (Extrait du *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle;* 1905, n° 4.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'auteur.)

Histoire d'un Lépidoptère de la famille du Psychides, le Chalia Künckelii *Hey-*

laerts, et son parasite Hyménoptère de la famille des Chalcidies, le Monodontomerus Phormio *Walker,* par MM. J. Künckel d'Herculais et F.-J.-M. Heylaerts. (Extr. des *Nouvelles Archives du Muséum,* 4e série, t. X.) 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de M. J. Künckel d'Herculais.)

L'homme préhistorique, Revue mensuelle illustrée d'Archéologie et d'Anthropologie préhistorique, publiée sous la direction de MM. Chervin et A. de Mortillet; 7e année, n° 1, 1er janvier 1909. Paris, Schleicher frères; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Recueil des actes officiels et documents intéressant l'Hygiène publique. Travaux du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France; t. XXXVII, année 1907. Publié par le Ministère de l'Intérieur, 1908; 1 vol. in-8°.

Le Marquenterre, monographie de Quend, par Alfred Dufételle. Abbeville, 1907; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie; t. LXVI, n° 1, 15 janvier 1909. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Ergebnisse der Arbeiten des königlichpreussischen aeronautischen Observatoriums bei Lindenberg im Jahre 1907; Band III, mit vier Textfiguren, herausgegeben von Dr Richard Assmann, Director. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1908; 1 fasc. in-4°.

Relaciones geograficas de la Gobernacion de Venezuela (1767-1768), con Prologo, y Notas de D. Angel de Altolaguirre y Duvale. Madrid, 1909; 1 vol. in-8°.

États-Unis du Brésil. Carte politique, organisée par la Mission brésilienne de propagande et d'expansion économique. Paris, 1909; 1 feuille in-plano, pliée in-8°.

Estados Unidos do Brazil. Carte économique du Brézil, organisée par la Mission de propagande et d'expansion économique. Paris, 1908; 1 feuille in-plano, pliée in-8°.

Geologische Karte der Schweiz : Nr 45 : *Karte der Umgebung von Aarau,* 1 : 25000 von F. Mühlberg. Nr 49 : *Karte des Blauenberges bei Basel,* in 1 : 25000, von E. Greppin. — Nr 52 : *Carte géologique du Massif de la Dent Blanche* (moitié septentrionale), par Émile Argand. Cartes publiées par la Commission géologique de la Suisse, en 1908. 3 feuilles.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1909.

Université de Paris. Fondation R. Bischoffsheim. *Annales de l'Observatoire de Nice,* publiées sous la direction de M. le Général Bassot, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Directeur de l'Observatoire; t. XI, t. XIII, 1er fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par M. le Général Bassot.)

I primordi dell'Astronomia presso i Babilonesi, per Giovanni Schiaparelli. (Extr. de *Revista di Scienza « Scientia »*; vol. III, 2e année, 1908, n° 4.) et *I progressi dell' Astronomia presso i Babilonesi.* (Extr. *Id.;* vol. IV, 2e année, 1908, n° 7.) Bologne, Nicola Zanichelli; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Louis Mangin, et *Supplément.* Paris, imp. F. Levé, 1901-1908; 2 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux de M. J. Costantin, et *Supplément.* Corbeil, imp. Crété, 1901-1908; 2 fasc. in-4°.

Leçons élémentaires de Microbiologie générale, professées à l'École nationale d'Agriculture et de Médecine vétérinaire du Pérou, par M. Emm. Pozzi-Escot. Paris, Jules Rousset, 1909; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères. Hommage de l'auteur.)

Entretiens de M. Aldrich, *Sénateur, Président, et des Membres de la Commission nationale monétaire des États-Unis, avec M.* Georges Pallain, *Gouverneur de la Banque de France.* 26 septembre 1908. S. l., 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire de la France; 2e Partie : *Communes de moins de* 5000 *habitants et France entière;* année 1906, 1re année. Publiée par le Ministère de l'Intérieur, 1907; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. X, 1906-1907. Châlons-sur-Marne, 1908; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. VII, fasc. 2. Paris, J.-B. Baillière et fils, et Librairie agricole, 1908; 1 vol. in-8°.

Sistema planetario del professore Michele Tortorici, *esame critico* del Comm. Francesco lo Forte. Caltanissetta, 1908; 1 fasc. in-12.

Klimatographie von Österreich, II. *Klimatographie des österreichischen Küstenlandes;* A. *Triest,* von Ed. Mazelle; herausg. v. d. k. k. Z.-A. f. Met. u. Geodynamik. Vienne, 1908; 1 fasc. in-8.

Fly, a popular aeronautic Magazine; t. I, n° 3, january 1909. Philadelphie; 1 fasc. in-f°.

Zur Lehre von den Zuständen der Materie, von P.-P. von Weimarn. Dresde, 1908; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Zur Lehre von den kolloiden, amorphen und kristallinischen Zuständen, von P.-P. von Weimarn. Dresde, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

M. le Professeur G. Delitala fait hommage des 8 opuscules suivants :

Nuove proprietà dei punti notevoli del triangolo (*Periodico di Mat.,* Livorno, t. XVIII, septembre-décembre 1902).

La risoluzione generale del tetragono completo e sue applicazioni (*Il Monitore tecnico,* Milano, octobre 1903, n° 28-29).

La risoluzione generale del problema di Hansen (*L'Ing. civ.,* Torino, 1903, t. XXIX).

Determinazione di una o più stazioni incognite (*L'Ing. civ.,* Torino, 1901, t. XXVII).

Il segmento fisso nel problema di Snellius ampliato in generale (*Il Monitore tecnico,* 1902, t. VIII, nos 21 et suiv.).

(*A suivre.*)